



I6a

**Disclaimer:**

This English translation is produced by machine translation and may contain errors. The JPO, the INPIT, and those who drafted this document in the original language are not responsible for the result of the translation.

**Notes:**

1. Untranslatable words are replaced with asterisks (\*\*\*\*).
2. Texts in the figures are not translated and shown as it is.

Translated: 17:54:13 JST 02/26/2009

Dictionary: Last updated 02/13/2009 / Priority:

---

**CLAIM + DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] It is the control unit for power-steering equipment used in the power-steering equipment possessing the oil pressure cylinder which steers a steering wheel according to rotation of a handle, and the tire angle sensor which detects the tire angle of said steering wheel. The main operation oil feed unit which combines with the axis of rotation of said handle at an attachment-and-detachment type, and supplies \*\*\*\* according to the amount of rotation operations of this handle to said oil pressure cylinder, In order to provide the amendment oil feed unit which supplies the amendment oil for amending the drive of said oil pressure cylinder according to a control signal and to detect the handle angle according to the rotation position of said handle further The handle angle detector arranged around the handle axis of rotation combined with said main operation oil feed unit, It is based on the handle angle detected with said handle angle detector, and the tire angle detected by said tire angle sensor. The control signal which amends a gap of the correspondence relation between this handle angle and this tire angle is generated. The control circuit equipment which controls supply of said amendment oil by said amendment oil feed unit according to this control signal is attached to HAUNJINGU of said main operation oil feed unit. The control unit for power-steering equipment characterized by making this handle angle detector and control circuit equipment unite with said main operation oil feed unit.

[Claim 2] It is the control unit for power-steering equipment according to claim 1 arranged [ arrange / said handle angle detector / around the handle axis insertion hole for handle axis-of-rotation attachment in said main operation oil feed unit ] by said control circuit equipment approaching said handle angle detector.

[Claim 3] The control unit for power-steering equipment according to claim 2 with which the circuit board of said control circuit equipment is prolonged to the part corresponding to arrangement of said handle angle detector, this handle angle detector is arranged on the circuit board of said control circuit equipment, and this handle angle detector and control circuit equipment are unified.

[Claim 4] A means by which said control circuit equipment learns all the steering ranges of this steering wheel based on the tire angle detection signal of said steering wheel, A means to learn the rotation range of this handle corresponding to all the steering ranges of said steering wheel based on the handle angle detection signal according to the rotation position of said handle, A means to ask for the 1st correction data about the right steering direction of said steering wheel, and the 2nd correction data about the left steering direction based on all the steering ranges of said learned steering wheel, and the rotation range of said handle corresponding to this, respectively, At least one side of the present tire angle detection signal and a handle angle detection signal is corrected by the said 1st or 2nd correction data according to the present steering direction of said steering wheel. The control unit for power-steering equipment according to claim 1 to 3 which includes a means to generate said control signal, according to the deviation of this tire angle detection signal and a handle angle detection signal.

[Claim 5] A means to be a handle angle amendment system in the power-steering equipment possessing the hydraulic system which steers a steering wheel according to rotation of a handle, and to learn all the steering ranges of this steering wheel based on the tire angle detection signal

of said steering wheel, A means to learn the rotation range of this handle corresponding to all the steering ranges of said steering wheel based on the handle angle detection signal according to the rotation position of said handle, A means to ask for the 1st correction data about the right steering direction of said steering wheel, and the 2nd correction data about the left steering direction based on all the steering ranges of said learned steering wheel, and the rotation range of said handle corresponding to this, respectively, At least one side of the present tire angle detection signal and a handle angle detection signal is corrected by the said 1st or 2nd correction data according to the present steering direction of said steering wheel. The handle angle amendment system equipped with a means to amend steering of said steering wheel, according to the deviation of this tire angle detection signal and a handle angle detection signal. [Claim 6] The handle angle amendment system according to claim 5 further equipped with the means which carries out increase and decrease of the amount of steering amendments of said steering wheel according to said deviation of change by study.

---

#### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the power-steering equipment for vehicles, and especially a steering wheel according to the rotation position of a handle A predetermined steering angle It is related with the control unit for power-steering equipment suitable for drive control of the oil pressure cylinder (steering cylinder) steered (for a steering angle to be hereafter called tire angle for convenience). Moreover, in the power-steering equipment for vehicles, the handle angle amendment system which amends a gap of correspondence-related [ of the handle angle and the tire angle of a steering wheel according to the rotation position of the handle ] is started. It is related with a handle angle amendment system suitable for the vehicles with which the rotation range of a handle differs from the steering range of a steering wheel especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] Power-steering equipment is formed in industrial truck, such as a forklift, so that handle operation can be performed lightly. The power-steering equipment of total oil which supplies \*\*\*\* according to the amount of rotation operations of the handle to a steering cylinder in an operation oil supply unit as power-steering equipment, and steers a steering wheel is known.

[0003] Therefore in above power-steering equipment, \*\*\*\* supplied to a steering cylinder in an operation oil supply unit may change to the revolving speed of a handle. For example, when the revolving speed of a handle is comparatively slow, there is a tendency for \*\*\*\* supplied to a steering cylinder to decrease. In this case, the problem that a gap occurs in the correspondence relation of the handle angle and the tire angle of a steering wheel according to the amount of rotation operations of the actual handle arises. Moreover, \*\*\*\* which should be supplied to a steering cylinder in an operation oil supply unit etc. may leak, and the above-mentioned problem and the same problem may arise also in this case.

[0004] So, generally with power-steering equipment, amending a gap of correspondence-related [ of the handle angle and the tire angle of a steering wheel according to the amount of rotation operations of the handle ] is performed. As this kind of power-steering equipment, what was shown in JP,H10-181626,A, JP,H10-287258,A, etc. is known conventionally. For example, with the equipment shown in JP,H10-181626,A, a handle angle sensor detects the handle angle according to the rotation position of the handle, it goes out and an angle sensor detects the piece angle (tire angle) of the steering wheel at that time. By a controller, based on the piece angle of a steering wheel, the target handle angle which is a regular handle angle is searched for on the map for handle angle amendment, and when the deviation of this target handle angle and a handle angle exceeds tolerance level, an electromagnetism change-over valve is opened. By this, a part of \*\*\*\* which should be supplied to a steering cylinder is refluxed through an electromagnetism change-over valve from the OBITTO roll (registered trademark) which is an

operation oil supply unit. It enables it to race a handle by decreasing the change rate of a steering cylinder to the amount of rotation operations of a handle. That is, position amendment of a handle is performed until it shifts because a handle races, and quantity is settled in tolerance level.

[0005]

[Problem to be solved by the invention] The handle angle sensor, the OBITTO roll, the controller, the electromagnetism change-over valve, etc. consist of above-mentioned conventional power-steering equipment as one independent unit, respectively. For this reason, each unit had to be dealt with separately and handling was troublesome. Moreover, since the map for handle angle amendment created based on the rotation range of a handle and the steering range of a steering wheel in the vehicles for application is beforehand stored in a controller with the above-mentioned equipment There was a problem of being applicable only to the vehicles of the same type of a car with which the rotation range of a handle and the steering range of a steering wheel are common.

[0006] In view of the above-mentioned point, it succeeded in this invention, and it tends to offer the control unit for hydraulic power-steering equipment which improved handling nature. Moreover, it is going to offer the handle angle amendment system in power-steering equipment applicable to the vehicles with which the rotation range of a handle differs from the steering range of a steering wheel.

[0007]

[Means for solving problem] [ the control unit for power-steering equipment concerning this invention ] It is the control unit for power-steering equipment used in the power-steering equipment possessing the oil pressure cylinder which steers a steering wheel according to rotation of a handle, and the tire angle sensor which detects the tire angle of said steering wheel. The main operation oil feed unit which combines with the axis of rotation of said handle at an attachment-and-detachment type, and supplies \*\*\*\* according to the amount of rotation operations of this handle to said oil pressure cylinder, In order to provide the amendment oil feed unit which supplies the amendment oil for amending the drive of said oil pressure cylinder according to a control signal and to detect the handle angle according to the rotation position of said handle further The handle angle detector arranged around the handle axis of rotation combined with said main operation oil feed unit, It is based on the handle angle detected with said handle angle detector, and the tire angle detected by said tire angle sensor. Generate the control signal which amends a gap of the correspondence relation between this handle angle and this tire angle, and the control circuit equipment which controls supply of said amendment oil by said amendment oil feed unit according to this control signal is attached to HAUNJINGU of said main operation oil feed unit. It is characterized by making this handle angle detector and control circuit equipment unite with said main operation oil feed unit. Since a handle angle detector and control circuit equipment can be dealt with as one unit by using the main operation oil feed unit as the main constituent factor according to this, improvement in handling nature can be aimed at.

[0008] [ moreover, the handle angle amendment system concerning this invention ] A means to be a handle angle amendment system in the power-steering equipment possessing the hydraulic system which steers a steering wheel according to rotation of a handle, and to learn all the steering ranges of this steering wheel based on the tire angle detection signal of said steering wheel, A means to learn the rotation range of this handle corresponding to all the steering ranges of said steering wheel based on the handle angle detection signal according to the rotation position of said handle, A means to ask for the 1st correction data about the right steering direction of said steering wheel, and the 2nd correction data about the left steering direction based on all the steering ranges of said learned steering wheel, and the rotation range of said handle corresponding to this, respectively, At least one side of the present tire angle detection signal and a handle angle detection signal is corrected by the said 1st or 2nd correction data according to the present steering direction of said steering wheel, and it has a means to amend steering of said steering wheel, according to the deviation of this tire angle detection signal and a handle angle detection signal. According to this, all the steering ranges of

a steering wheel and the rotation range of the handle corresponding to this are learned. At least one side of the present tire angle detection signal and a handle angle detection signal is corrected by the 1st or 2nd correction data according to the present steering direction of the steering wheel. Since steering of a steering wheel is amended according to the deviation of this tire angle detection signal and a handle angle detection signal, it can apply to the vehicles with which the rotation range of a handle differs from the steering range of a steering wheel, and a gap of correspondence-related [ of the handle angle and the tire angle of a steering wheel according to the rotation position of the handle ] can be amended.

[0009]

[Mode for carrying out the invention] With reference to an accompanying drawing, the form of operation of this invention is explained in detail. The form of this operation explains the case where the control unit and handle angle amendment system concerning this invention are applied to the vehicles with which the rotation range of a handle differs from the steering range of a steering wheel by a type of a car, for example like industrial truck, such as a forklift. Drawing 1 shows an example of the outline composition of hydraulic power-steering equipment equipped with the control unit concerning this invention.

[0010] The control unit 1 with which power-steering equipment was connected with the handle axis (steering shaft) Hs of Handle H in drawing 1, With the steering cylinder 2 which drives the steering wheels T1 and T2 on either side through steering gear A, while is arbitrary and the tire angle sensor 3 which detects the tire angle of a steering wheel (seeing from the Handle H side in the example of a figure left-hand side steering wheel T1) is included. The control unit 1 possesses the OBITTO roll 11 which is the main operation oil feed unit, and this OBITTO roll 11 is connected to the oil pressure cylinder 2 prepared in steering gear A through the oil pressure line L1 and L2.

[0011] In steering gear A, left steering \*\*\*\* A1 is connected with the left end of the axle A3 free [ rotation ] through the kingpin A4, and right steering \*\*\*\* A2 is connected with the right end of this axle A3 free [ rotation ] through the kingpin A5. The left steering wheel T1 is attached to one end of left steering \*\*\*\* A1, and one piston rod two R1 of the oil pressure cylinder 2 is connected with the other end through the articulated section material A6. The right steering wheel T2 is attached to one end of right steering \*\*\*\* A2, and the piston rod two R2 of another side of the oil pressure cylinder 2 is connected with the other end through the articulated section material A7. [ that each rod two R1 of the oil pressure cylinder 2 and two R2 see from the Handle H side, and move leftward / L / in this steering gear A ] Left steering \*\*\*\* A1 and the right steering wheel A2 rotate in this direction L to an axle A3 with a pin A4 and A5, respectively, and, therefore, the left steering wheel T1 and the right steering wheel T2 are steered leftward [ L ]. Moreover, left steering \*\*\*\* A1 and the right steering wheel A2 rotate in this direction R to an axle A3 with a pin A4 and A5, respectively, and, therefore, the left steering wheel T1 and the right steering wheel T2 are steered rightward [ R ] because each rod two R1 of a cylinder 2 and two R2 see from the Handle H side and move rightward [ R ].

[0012] The tire angle sensor 3 consists of POTENSHON meter, and is attached to the kingpin A4 by the side of left steering \*\*\*\* A1. This tire angle sensor 3 detects the amount of rotation of a kingpin A4, and outputs tire angle detection signal thetaT of the analogs (for example, voltage value etc.) according to this amount of rotation to the position conversion part 13B shown in drawing 6.

[0013] Drawing 2 shows an example of the appearance form of the control unit 1, and (A) is the top view of the control unit 1 seen from the handle H side shown in drawing 1, and partial notch \*\*\*\*\* of the control unit 1 which (B) shows to (A). In drawing 2 (A) and (B), the control unit 1 contains the OBITTO roll 11, the handle angle detector 12M of the handle angle sensor 12, a controller 13, the solenoid valve 14 that is an amendment oil feed unit, etc. It is attached to the state where the handle angle detector 12M and the controller 13 were united with the upper surface by the side of Handle H through the proper protection member 11B by the housing 11A of the OBITTO roll 11. The handle axis insertion hole 11C for handle axis-of-rotation attachment is formed in the protection member 11B, the handle angle detector 12M is arranged around this insertion hole 11C, this detector 12M is approached and the controller 13 is arranged. In addition,

the handle angle detector 12M possesses ring-like the stator part 12S, Coils 12A-12D, etc. as shown in drawing 5. A controller 13 possesses MPU which is not illustrated, the circuit board 13P which consists of a ROM, RAM, etc., etc. The circuit board 13P is prolonged to the part corresponding to arrangement of the handle angle detector 12M from the upper part of the solenoid valve 14 attached to the side of Housing 11A, and the handle angle detector 12M is arranged on this board 13P. In addition, it connects with the tire angle sensor 3 shown in a controller 13 at a solenoid valve 14 or drawing 1 electrically through a signal wire C. In the figure, a signal wire C is a signal wire for solenoid valve 14, and has omitted illustration about the signal wire for tire angle sensor 3.

[0014] Thus, since the control unit 1 is constituted as one unit of structure which made the housing 11A of the OBITTO roll 11 unite a solenoid valve 14 etc. with the handle angle detector 12M and a controller 13, it is easy handling. Moreover, since the handle angle detector 12M is arranged around the insertion hole 11C of the OBITTO roll 11, this handle angle detector 12M is approached and the circuit board 13P is arranged. This detector 12M and Substrate 13P can be unified with the proper protection member 11B, a proper attaching member, etc., and, therefore, the handle angle detector 12M and the circuit board 13P can be easily attached to Housing 11A. The control unit 1 of such composition is combined with the handle axis Hs by the attachment-and-detachment type. That is, it is combined with the measurement mechanism part (JIROTA) 11C which shows this handle axis Hs to drawing 3 in which it was prepared in the OBITTO roll 11 by the attachment-and-detachment type through arbitrary mechanisms by inserting the tip part of the handle axis Hs in the handle axis insertion hole 11C of the OBITTO roll 11.

[0015] An example of the hydraulic circuit relevant to the control unit 1 and this is shown in drawing 3. In drawing 3, the OBITTO roll 11 supplies the operation oil Q supplied during the engine drive of vehicles through pressure, the flux compensation valve V, and the supply line P1 from the oil pressure pump P to the measurement mechanism part 11C through the inflow way 11A1. The measurement mechanism part 11C will supply \*\*\*\* Q1 according to the amount of rotation operations to one oil sac 2C1 of a cylinder 2 through the 1st feeding-and-discarding way 11A2 and the oil pressure line L1, if rotation operation of the handle H is carried out in the left hand of cut CCW shown in drawing 1. By this, Piston 2P moves leftward [ L ] with a rod two R1 and two R2, and \*\*\*\* A2 and A3 which are shown in drawing 1 rotate in this direction with a kingpin A4 and A5, and it steers a steering wheel T1 and T2 on the tire square according to the rotation position of Handle H. Moreover, if rotation operation of the handle H is carried out in the right hand of cut CW shown in this figure, the oil sac 2C2 of another side of a cylinder 2 will be supplied through the oil supply direction change-over valve, the 2nd feeding-and-discarding way 11A3, and the oil pressure line L2 which do not illustrate \*\*\*\* Q1 according to the amount of rotation operations. By this, Piston 2P moves rightward [ R ] with a rod two R1 and two R2, and \*\*\*\* A2 and A3 which are shown in this figure rotate in this direction with a kingpin A4 and A5, and it steers a steering wheel T1 and T2 on the tire square according to the rotation position of Handle H. In addition, the oil discharged through the OBITTO roll 11 from the oil pressure cylinder 2 is discharged by the oil tank T through the discharge line P2.

[0016] The measurement mechanism part 11C is bypassed in the 1st feeding-and-discarding way 11A2, and the bypass way 11A4 is connected. The auxiliary supply line P3 which is open for free passage to the supply line P1 is connected to the bypass way 11A4, and the solenoid valve 14 of Normal open specification is formed in this auxiliary feed pipe P3. [ the state where a solenoid valve 14 is a 2 position change-over valve, and the gap has not usually occurred in the steering state, i.e., a handle angle, ] It is located in the open position (position shown in drawing 3) which opens the auxiliary supply line P3, and amendment oil Q2 is supplied to the bypass way 11A4 through the auxiliary supply line P3 from the supply line P1. Therefore, Q1+Q2 are supplied to the oil pressure cylinder 2 as \*\*\*\*. Since the piston 2P of the oil pressure cylinder 2 will be in the state of exceeding rather than the regular position, as an example in the state where the gap has occurred on the handle square in a relative position with a handle A solenoid valve 14 is located in the closed position (position shown in drawing 4) which closes the auxiliary supply line P3, and stops supply of amendment oil Q2 on the bypass way 11A4. Therefore, Q1 is supplied to the oil pressure cylinder 2 as \*\*\*\*. A change with a closed position and an open position is

performed by carrying out on-off control of the solenoid 14A of a solenoid valve 14.

[0017] The handle angle sensor 12 consists of a rotated type position detection sensor of an electromagnetic induction type. The handle angle sensor 12 shown in this example is constituted using the technology of the rotated type position sensing device shown in Tokuganhei11-359431 concerning application of these people. Therefore, the outline composition is explained briefly here. Drawing 5 shows the example which constituted the handle angle sensor 12 by the magnet guidance position sensor, and can carry out absolute detection of the handle angle from 0 times covering one revolution of a handle angle to 360 degrees as an example. Drawing 5 (A) is the block diagram showing an example of the electricity and electronic circuit relevant to the detector coils 12A-12D of this handle angle detector 12M in the radial-direction sectional view of the handle angle detector 12M attached to the handle axis Hs, and (B). The handle angle detector 12 consists of a stator part 12S and a rotor part 12R. The rotor part 12R consists of a predetermined-shaped, the shape of for example, an eccentric ring, magnetic response member 12E attached to the slack handle axis Hs for detection. The magnetic response member 12E consists of the quality of the material to which magnetic coupling coefficients, such as a thing which consists of electric conduction objects, such as a thing which consists of magnetic bodies, such as iron, or copper, or a thing which consists of combination of a magnetic body and an electric conduction object, are changed. The stator part 12S is arranged in a form which faces a radial direction to the rotor part 12R.

[0018] The stator part 12S is formed in the shape of [ of a perfect circle ] a ring, for example. Four coils 12A-12D are arranged at intervals of 90 degrees at intervals of predetermined in the direction of the circumference as a coil for detection at the inner skin of the stator part 12S. That is, in the stator part 12S, while winding the coil 12A for a sign output around an iron core (magnetic body core) 12A1 and preparing it, Coil 12B is wound around an iron core 12B1, and is prepared in the angle position by the side of 180-degree opposite [ of this coil 12A ]. Moreover, while winding the coil 12C for the Kosa Inn output around an iron core 12C1 and preparing it, Coil 12D is wound around an iron core 12D1, and is prepared in the angle position by the side of 180-degree opposite [ of this coil 12C ]. The magnetic flux by which each coils 12A-12D pass along the inside of a coil, respectively points to the radial direction of the handle axis Hs. An opening is formed between the end face of the iron core 12A1 to 12D1 of each coils 12A-12D, and the magnetic response member 12E of the rotor part 12R, and the rotor part 12R rotates by non-contact to the stator part 12S. The opening of the magnetic response member 12E and the coil iron core 12A1 to 12D1 changes to the predetermined form of the magnetic response member 12E of the rotor part 12R, for example, the reason of eccentric ring-like \*\*, according to a rotation position. By change of this opposite opening, the amount of magnetic flux which pierces through Coils 12A-12D through an iron core 12A1 to 12D1 changes and has, and the impedance of Coils 12A-12D changes. The impedance of each coil in coil pair 12A which counters at 180 degrees, 12B, and 12C and 12D changes with these composition in differential. namely, [ the pair of the coils 12A and 12B of sign \*\* ] Supposing impedance change of Coil 12A, i.e., output amplitude change, shows the function characteristic "P0+Psintheta" to the degree of rotation angle of the handle axis Hs Impedance change of other coils 12B, i.e., an output amplitude variable, shows the function characteristic "P0-Psintheta" to the degree theta of rotation angle of the handle axis Hs. Similarly [ the pair of the coils 12C and 12D of the Kosa Inn \*\* ] Supposing impedance change of Coil 12C, i.e., output amplitude change, shows the function characteristic "P0+Pcostheta" to the degree theta of rotation angle of the handle axis Hs Impedance change of other coils 12B, i.e., an output amplitude variable, shows the function characteristic "P0-Pcostheta" to the degree theta of rotation angle of the handle axis Hs.

[0019] As shown in drawing 5 (B), each coils 12A-12D are magnetized by constant voltage or constant current by the high frequency exchange signal (sintheta shows temporarily) of predetermined 1 \*\* generated from the predetermined exchange source 12P. The voltage Vs between terminals of each coils 12A-12D, Vsa, Vc, and Vca show the size according to each impedance corresponding to the degree theta of rotation angle as follows.

$V_s = (P_0 + P \sin \theta)$  sinomegat  $V_{sa} = (P_0) -$  Negative phase differential connection of the two coils (12A, 12B, and 12C and 12D) is made for  $P \sin \theta$   $V_c = (P_0 + P \cos \theta)$  sinomegat  $V_{ca} =$



( $P_0 - P_{\cos\theta}$ )  $\sin\omega t$  each coil pair of every, respectively. As shown below, the exchange output signal which has a predetermined periodic amplitude function as an amplitude coefficient is generated for every coil pair.

$V_s - V_{sa} = (P_0 + P_{\sin\theta}) \sin\omega t - \sin\omega t (P_0 - P_{\sin\theta}) = 2 \sin\theta \sin\omega t V_c - V_{ca} = (P_0 + P_{\cos\theta}) \sin\omega t - \sin\omega t (P_0 - P_{\cos\theta}) =$  The two same exchange output signals ( $\sin\theta \sin\omega t$  and  $\cos\theta \sin\omega t$ ) as a resolver which have  $2 \cos\theta \sin\omega t$ , therefore two periodic amplitude functions ( $\sin\theta$  and  $\cos\theta$ ) corresponding to the degree  $\theta$  of rotation angle of the slack handle H for detection as an amplitude coefficient are generable.

[0020] Drawing 6 is the functional block diagram showing an example of the circuit composition of a controller 13. As mentioned above, although the controller 13 consists of MPU, a memory which consists of a ROM, RAM, etc., etc., it omits illustration of those computer hardwares and shows the processing performed by computer software by the functional block at drawing 6. In addition, a part of function of the position conversion part 13A is realized in exclusive hardware circuitry, and the remainder is realized by processing of computer software.

[0021] [measuring the phase ingredient  $\theta$  of amplitude function  $\sin\theta$  in the exchange output signals  $\sin\theta \sin\omega t$  and  $\cos\theta \sin\omega t$  of a sign and the Kosa Inn function characteristic outputted from the handle angle detector 12M, and  $\cos\theta$  in the position conversion part 13A] The rotation position  $\theta$  of the handle axis Hs in the degree range of rotation angle of 1 rotation of Handle H (0 times - 360 degrees) is detected by an absolute. And the handle angle detection signal according to the rotation position of the handle axis Hs, i.e., the rotation position of Handle H, is outputted to the position conversion part 13A. It can constitute using the technology shown in JP,H9-126809,A which starts application of these people, for example as a position conversion part 13A. [for example, the thing for which the 1st exchange output signal  $\sin\theta \sin\omega t$  is shifted 90 degrees electrically] [generate the exchange signal  $\sin\theta \cos\omega t$  and / this and the 2nd exchange output signal  $\cos\theta \sin\omega t$  / carrying out addition-and-subtraction composition]  $\sin(\omega t + \theta)$  and  $\sin(\omega t - \theta)$  — [two exchange signals (signal which changed the phase ingredient  $\theta$  into the AC-phases gap) by which the phase shift was carried out in phase leading and the direction of a late phase according to  $\theta$  are generated, and / measuring the phase] The rotation position detection data of Handle H, i.e., handle angle detection data  $\theta_{HD}$ , can be obtained. Or you may make it use the R-D converter used in order to process a well-known resolver output signal as this position conversion part 13A.

[0022] The position conversion part 13B changes into digital data tire angle detection signal  $\theta_T$  of the analog inputted from the tire angle sensor 3, and outputs digital tire angle detection data  $\theta_{TD}$ . Moreover, based on the tire angle detection data  $\theta_{TD}$ , the number data D1 of handle angular convolution revolution corresponding to handle number of rotations is outputted.

[0023] In performing on-off control of a solenoid valve 14, in the controller 13 shown in drawing 6 [with the handle angle range-of-detection study part 13C and the tire angle range-of-detection study part 13D] The rotation range of a handle and the steering range of a steering wheel are detected, and it is characterized by enabling it to be appropriately adapted to any types of a car. Namely, [if it is in industrial truck, such as a forklift, as mentioned above the rotation range of a handle and the steering range of a steering wheel change with types of a car, but] It enables it to be adapted at any time in this example by always detecting the handle rotation range and steering range of the vehicles for application by study to any types of a car.

[0024] In the handle angle range-of-detection study part 13C, study detects the rotation range of a handle based on handle angle detection data  $\theta_{HD}$  outputted from the position conversion part 13A. Drawing 7 (A) is the mimetic diagram showing an example of handle angle detection data  $\theta_{HD}$  obtained in the handle angle range-of-detection study part 13C. Drawing 8 (A) is the flow figure showing an example of study processing of the handle rotation range performed in the above-mentioned range-of-detection study part 13C. In drawing 8 (A), at Step S1, when the power supply of vehicles is switched on, the number data D1 of handle angular convolution revolution corresponding to the present tire angle detection data  $\theta_{TD}$  is



outputted to the position conversion part 13A by the position conversion part 13B, and it is preset \*\*\*\*. Handle angle detection data  $\theta_{HD}$  of a handle rotation position according to the present handle number of rotations will be outputted to the handle angle range-of-detection study part 13C from the position conversion part 13A by this. At Step S2, the position conversion part 13B to tire angle detection data  $\theta_{TD}$  is read for handle angle detection data  $\theta_{HD}$  from the position conversion part 13A, respectively. At Step S3, the number data (HPD) of handle angular convolution revolution according to tire angle detection data  $\theta_{TD}$  is computed. Handle angle detection data  $\theta_{HD}$  of the handle 1 rotation (360 degrees) obtained as an example according to tire angle detection data  $\theta_{TD}$  is counted, and let the count value be the number data of handle angular convolution revolution. At Step S4, operation processing which adds handle angle detection data ( $\theta_{HD}$ ) and the number data (HPD) of handle angular convolution revolution is performed, and handle angle detection data  $\theta_{HD}$  according to the number of times of handle rotation is obtained. The handle hand of cut is distinguished at Step S5. As an example, whenever it reads data, the data read this time is compared with the data read last time, and if it is "size", it will judge with the right hand of cut, and if it is "smallness", it will judge with the left hand of cut rather than the data of last time [ data / this ]. At Step S6, peak value, i.e., maximum,  $\theta_{HDmax}$  and minimum  $\theta_{HDmin}$  of handle angle detection data  $\theta_{HD}$  are calculated. Whenever it takes in data  $\theta_{HD}$  corresponding to the right hand of cut of a handle as an example, the value of the data memorized at the end is set to maximum  $\theta_{HDmax}$  (refer to drawing 7 (A)) by comparing the data read this time with the data read last time, and memorizing and updating the data of the larger one. Moreover, whenever it takes in handle angle detection data  $\theta_{HD}$  of the left hand of cut of a handle, the value of the data memorized at the end is set to minimum  $\theta_{HDmin}$  (refer to drawing 7 (A)) by comparing the data taken in this time with the data taken in last time, and memorizing and updating the data of the smaller one. In addition, when the updating stop signal  $S_a$  is inputted from the tire angle range-of-detection study part 13D, updating with maximum  $\theta_{HDmax}$  and minimum  $\theta_{HDmin}$  is stopped by Step S6. Thus, the rotation range of a handle is learned by detecting maximum  $\theta_{HDmax}$  and minimum  $\theta_{HDmin}$  of handle angle detection data  $\theta_{HD}$  in the handle angle range-of-detection study part 13C. In addition, you may perform this study repeatedly if needed.

[0025] In the tire angle range-of-detection study part 13D, study detects the steering range of a left steering wheel based on tire angle detection data  $\theta_{TD}$  outputted from the position conversion part 13B. Drawing 7 (B) is the mimetic diagram showing an example of tire angle detection data  $\theta_{TD}$  of the steering wheel obtained in the tire angle range-of-detection study part 13D, and gain amendment tire angle data  $\theta_{TDg}$  which amended the gain (inclination) of this detection data  $\theta_{TD}$ . Drawing 8 (B) is the flow figure showing an example of study processing of the steering range performed in the above-mentioned range-of-detection study part 13D. In drawing 8 (B), tire angle detection data  $\theta_{TD}$  is read from the position conversion part 13B at Step S11. At Step S12, it judges that it is handle rotation. If the data read this time is changing to the data read last time as an example, it will judge with handle rotation. In the forklift whose handle the rotation [ what ] of the Reason for performing this judgment can also rotate Even if it rotates, the tire lock position, i.e., the handle, of steering wheel T1 and T2, in order to detect the position where a steering wheel is not steered any more, it is because it is necessary to recognize the rotation operating state of a handle as the premise. A tire lock position is detected at Step S13. Although the handle angle detection data which took in handle angle detection data  $\theta_{HD}$  and was taken in from the position conversion part 13A as an example this time is changing to the handle angle detection data taken in last time When the tire angle detection data read this time is not changing to the tire angle detection data read last time, it is recognized as a tire lock position. At Step S14, the updating stop signal  $S_a$  is outputted to the handle angle range-of-detection study part 13C. At Step S15, the peak value, i.e., the maximum, and the minimum of tire angle detection data  $\theta_{TD}$  are calculated. By comparing the data read this time with the data read last time, and memorizing and updating the data of the larger one, whenever it reads right tire angle detection data  $\theta_{TDR}$  corresponding to the rotation position of the right hand of cut of a handle as an example The value of the data

memorized at the end is acquired as maximum  $\theta_{TDmax}$  (refer to drawing 7 (B)). Moreover, by comparing the data taken in this time with the data taken in last time, and memorizing and updating the data of the smaller one, whenever it takes in left tire angle detection data  $\theta_{TDL}$  corresponding to the rotation position of the left hand of cut of a handle. The value of the data memorized at the end is acquired as minimum  $\theta_{TDmin}$  (refer to drawing 7 (B)). It is good to set to "0" tire angle detection data  $\theta_{HDc}$  corresponding to the left steering wheel middle position which made it point in the going-straight direction to a steering wheel on either side in this case, and to calculate maximum  $\theta_{TDmax}$  and minimum  $\theta_{TDmin}$  on the basis of this data. Thus, the steering range of a steering wheel is learned by detecting maximum  $\theta_{TDmax}$  and minimum  $\theta_{TDmin}$  of tire angle detection data  $\theta_{HD}$  in the tire angle range-of-detection study part 13C. You may perform this study repeatedly if needed.

[0026] If it is generally in vehicles equipped with two steering wheels T1 and T2 like the vehicles for application, the tire angle over the amount of handle rotations differs between each steering wheel T1 and T2 in the right steering direction R and the left steering direction L to the handle middle position. As shown in drawing 7 (B), for this reason, tire angle detection data (henceforth right tire angle detection data)  $\theta_{TDR}$  of the right steering direction R, Tire angle detection data (henceforth left tire angle detection data)  $\theta_{TDL}$  of the left steering direction L differs in the gain (dignity of data : the example of a figure inclination of data) to tire angle detection data  $\theta_{TDc}$  of the left steering wheel middle position. That is, the gain ( $\beta_1$ ) of right tire angle detection data  $\theta_{TDR}$  is smaller than the gain ( $-\beta_2$ ) of left tire angle detection data  $\theta_{TDL}$ . This means that the tire angle of the right steering direction R is smaller than the tire angle of the left steering direction L in a left steering wheel. Moreover, in order to amend a gap of correspondence-related [ of the handle angle and the tire angle of a steering wheel according to rotation operation of the handle ], it is necessary to make the same the gain of handle angle detection data  $\theta_{HD}$ , and the gain of right tire angle detection data  $\theta_{TDR}$  and left tire angle detection data  $\theta_{TDL}$ . In this case, if the gain of this data is amended on the basis of maximum  $\theta_{TDmax}$  of right tire angle detection data  $\theta_{TDR}$  and the gain of this data is amended on the basis of minimum  $\theta_{TDmin}$  of left tire angle detection data  $\theta_{TDL}$  Tire angle detection data  $\theta_{TDc}$  corresponding to the left steering wheel middle position shifts, and it is not desirable. So, in this example, gain amendment of right tire angle detection data  $\theta_{TDR}$  and left tire angle detection data  $\theta_{TDL}$  is separately performed in the tire angle range-of-detection study part 13B, respectively on the basis of tire angle detection data  $\theta_{TDc}$  corresponding to the above-mentioned middle position.

[0027] Drawing 9 is the flow figure showing an example of the gain amendment processing performed in the tire angle range-of-detection study part 13D. In drawing 9, maximum  $\theta_{HDmax}$  and minimum  $\theta_{HDmin}$  of handle angle detection data  $\theta_{HD}$  are taken in from the handle angle range-of-detection study part 13C at Step S21. At Step S22, the heavy attachment coefficient K1 and K2 which carry out the weighting of right tire angle detection data  $\theta_{TDR}$  and the left tire angle detection data  $\theta_{TDL}$ , respectively so that it may become equal to the gain  $\alpha$  of handle angle detection data  $\theta_{HD}$  and this gain  $\alpha$  are computed. As an example, as shown in drawing 7 (A), it asks for Gain  $\alpha$  from the difference ( $\theta_{HDmax} - \theta_{HDc}$ ) of maximum  $\theta_{HDmax}$  of handle angle detection data  $\theta_{HD}$ , and middle position data  $\theta_{HDc}$  corresponding to the handle middle position (handle position at the time of making it point in the going-straight direction to a steering wheel on either side). In this case, you may ask for Gain  $\alpha$  from the difference ( $\theta_{HDmin} - \theta_{HDc}$ ) of minimum  $\theta_{HDmin}$  of handle angle detection data  $\theta_{HD}$ , and the above-mentioned middle position data  $\theta_{HDc}$ . By maximum  $\theta_{TDmax}$  of right tire angle detection data  $\theta_{TDR}$  shown in drawing 7 (B), the heavy attachment coefficient K1 does division ( $\alpha / \theta_{TDmax}$ ) of the gain  $\alpha$ , and asks for it. Moreover, by minimum  $\theta_{TDmin}$  of left tire angle detection data  $\theta_{TDL}$  shown in this figure (B), the heavy attachment coefficient K2 does division ( $\alpha / \theta_{TDmin}$ ) of the gain  $\alpha$ , and asks for it. At Step S23, the gain  $\beta_1$  of right tire angle detection data  $\theta_{TDR}$  and the gain  $\beta_2$  of left tire angle detection data  $\theta_{TDL}$  are amended, and gain amendment tire angle data  $\theta_{TDg}$  is generated. That is, as shown in drawing 7 (B), while carrying out the multiplication ( $K1 \times \theta_{TDR}$ ) of the heavy attachment

coefficient K1 to right tire angle detection data  $\theta_{TDR}$ , the multiplication ( $K2 \times \theta_{TDL}$ ) of the heavy attachment coefficient K2 is carried out to left tire angle detection data  $\theta_{TDL}$ . The gain beta 1 of right tire angle detection data  $\theta_{TDR}$  is amended by this by the same gain (beta 11) as the gain alpha of handle angle detection data  $\theta_{HD}$ , and the gain beta 2 of left tire angle detection data  $\theta_{TDL}$  is amended by the same gain ( $-\beta_{21}$ ) as this gain alpha. Gain amendment tire angle data  $\theta_{TDg}$  which has the gain beta 11 according to the gain alpha of handle angle detection data  $\theta_{HD}$  and  $-\beta_{21}$  by this is generable. Whenever it performs study of the rotation range of a handle, and study of the steering range of a steering wheel, you may update above-mentioned gain amendment processing. In addition, in above-mentioned gain amendment processing, you may amend the gain of handle angle detection data  $\theta_{HD}$  so that the gain of tire angle detection data  $\theta_{TDR}$  and  $\theta_{TDL}$  may be suited. Moreover, you may amend the gain of this tire angle detection data  $\theta_{TDR}$  and  $\theta_{TDL}$ , and the gain of handle angle detection data  $\theta_{HD}$  so that the gain of tire angle detection data  $\theta_{TDR}$  and  $\theta_{TDL}$  and the gain of handle angle detection data  $\theta_{HD}$  may suit.

[0028] Next, with reference to drawing 6, drawing 7, and drawing 10, the handle angle gap amendment processing performed in the drive control part 13G in a controller 13 is explained. Drawing 10 is the flow figure showing an example of handle angle gap amendment processing. In addition, since the handle angle gap amendment processing shown with the form of this operation is the same as the case where rotation operation of the handle is carried out in the right hand of cut, and the left hand of cut at the case where rotation operation is carried out, the handle angle gap amendment processing at the time of carrying out rotation operation of the handle in the right hand of cut is explained.

[0029] In drawing 10, handle angle detection data  $\theta_{HDp}$  corresponding to the handle rotation position P (refer to drawing 7 (A)) when rotation operation of the handle is carried out in the operation part 13E in the right hand of cut is taken in at Step S31. Moreover, gain amendment tire angle data  $\theta_{TDgp}$  of the steering wheel corresponding to the above-mentioned handle rotation position P is taken in in the operation part 13E. In Step S32, deviation  $|\Delta\theta|$  ( $=|\theta_{HDp} - \theta_{TDgp}|$ ) of handle angle detection data  $\theta_{HDp}$  and gain amendment tire angle data  $\theta_{TDgp}$  is computed in the operation part 13E. In this case, when the above-mentioned data  $\theta_{HDp}$  is larger than data  $\theta_{TDgp}$  ( $\theta_{HDp} > \theta_{TDgp}$ ), a deviation is set to  $(+\Delta\theta)$ , and a deviation is set to  $(-\Delta\theta)$  when the above-mentioned data  $\theta_{HDp}$  is smaller than data  $\theta_{TDgp}$  ( $\theta_{HDp} < \theta_{TDgp}$ ). At Step S33, it is judged whether Deviation  $\Delta\theta$  exceeded the permission gap angle  $\delta_1$  and  $\delta_2$  in the comparator part 13F. That is, when a deviation is  $(+\Delta\theta)$ , this deviation judges whether the permission gap angle  $\delta_1$  for solenoid valve-on (the example of a figure the ON side) was exceeded. Moreover, when a deviation is  $(-\Delta\theta)$ , it is judged whether the permission gap angle  $\delta_2$  for solenoid valve-off (the example of a figure the OFF side) was exceeded. When a deviation  $(+\Delta\theta)$  exceeds the permission gap angle  $\delta_1$ , or when a deviation  $(-\Delta\theta)$  exceeds the permission gap angle  $\delta_2$ , it progresses to Step S34. At Step S34, the drive pulse signal PS is generated in the drive control part 13G, and the pulse signal PS is outputted to a solenoid valve 14. In this case, even if the deviation  $(-\Delta\theta)$  exceeding the deviation  $(+\Delta\theta)$  or the permission gap angle  $\delta_2$  exceeding the permission gap angle  $\delta_1$  is the same in the right hand of cut CW and the left hand of cut CCW of a handle. The right hand of cut CW of a handle differs in the amount of deviation amendments for storing this each deviation in a predetermined permission gap angle from the left hand of cut CCW. For this reason, with the form of this operation, the handle operation direction primary detecting element 13H detects the handle operation direction (CW or CCW) based on handle angle detection data  $\theta_{HDp}$  of the handle angle range-of-detection perimeter part 13C. He is trying to change the output time of the drive pulse signal PS according to this each handle operation direction. By on-off control of the solenoid 14A being carried out by the drive pulse signal PS, a solenoid valve 14 opens the auxiliary feed pipe P3 at the time of ON (refer to drawing 3), and drive control is carried out so that operation which closes the auxiliary feed pipe P3 at the time of OFF (refer to drawing 4) may be repeated by turns. The OBITTO roll 11 supplies \*\*\*\* of Q1+Q2 to the oil pressure cylinder 2 at the time of ON of a solenoid valve 14, and supplies \*\*\*\* of the

oil pressure cylinder 2Q1 at the time of OFF of a solenoid valve 14. A gap of correspondence-related [ of the handle angle and the tire angle of a steering wheel which are generated by this when the revolving speed of Handle H is slow, or when operation oil leaks with the OBITTO roll 11 etc. ] is amended. At Step S35, those with handle rotation operation or a non-deer is judged by the handle operation primary detecting element 13I. As an example, handle angle detection data  $\theta_{HDp}$  corresponding to the handle rotation position P is taken in from the handle angle range-of-detection study part 13C one by one. Handle revolving speed is computed by carrying out a differentiation operation by predetermined damping time constant  $\Delta T$  in quest of the difference of the data taken in this time and the data taken in last time, and when this handle revolving speed is "0", it judges with having no handle rotation operation, i.e., a handle rotation operation stop, and progresses to Step S37. However, when handle revolving speed is not "0", it judges with those with handle rotation operation, and returns to Step S31, and the routine from Step S31 to S34 is performed. At Step S36, it is judged whether deviation  $|\Delta\theta_D|$  when you have no handle rotation operation in the drive control part 13G is over the permission gap angle  $\Delta 1$  and  $\Delta 2$ . When deviation  $|\Delta\theta_D|$  is over the permission gap angle  $\Delta 1$  and  $\Delta 2$ , it progresses to Step S37. At Step S37, the drive control part 13G amends the on-off time of the drive pulse signal PS. Namely, when [ at which it amends so that ON time of the drive pulse signal PS may be lengthened when the deviation ( $+\Delta\theta_D$ ) is over the permission gap angle  $\Delta 1$  ] it carries out (refer to drawing 11 (A)) and the deviation ( $-\Delta\theta_D$ ) is over the permission gap angle  $\Delta 2$ , It amends so that OFF time of the drive pulse signal PS may be lengthened (refer to drawing 11 (B)). Also in this case, the handle operation direction (CW or CCW) is detected like the above-mentioned step S34 based on handle angle detection data  $\theta_{HDp}$  of the handle angle range-of-detection perimeter part 13C by the handle operation direction primary detecting element 13H. According to this each handle operation direction, the output time of the drive pulse signal PS is changed. When rotation operation of a handle is started by amending so that ON time of the drive pulse signal PS may be lengthened, amendment \*\*\*\* which should be supplied to a cylinder 2 can be increased, and gap amendment of the handle angle which suited this deviation can be performed appropriately. Moreover, when rotation operation of a handle is started by amending so that OFF time of the drive pulse signal PS may be lengthened, amendment \*\*\*\* which should be supplied to a cylinder 2 can be reduced, and gap amendment of the handle angle which suited this deviation can be performed appropriately. The above-mentioned on-off time which should be amended can be found by, for example, performing arbitrary operation processings, using arbitrary deviation-on-off time conversion tables.

[0030] Although the tire angle sensor 3 has detected the tire angle of the left steering wheel T1 with the form of this operation The piston position of the oil pressure cylinder 2 is detected using the cylinder position sensing device shown in JP,H11-132205,A concerning application of these people, it may consider that this detection value is the tire angle of a steering wheel, and it may be used. Moreover, the multi-rotating handle angle sensor which can detect handle angle detection data linearly as a handle angle sensor 12 corresponding to the number of times of rotation of Handle H can be used. In this case, since preset treatment of the number of times of handle rotation at the time of a power supply injection and calculation processing of the number of times of handle rotation in the handle angle range-of-detection study part 13 can be made unnecessary, study processing of the handle rotation range can be simplified.

[0031]

[Effect of the Invention] As mentioned above, with the control unit for power-steering equipment concerning this invention, as explained, since the main operation oil feed unit, a handle angle detector, and control circuit equipment can be dealt with as one unit, the outstanding effect that improvement in handling nature can be aimed at is done so. In the handle angle amendment system concerning this invention, the outstanding effect that it can apply to the vehicles with which the rotation range of a handle differs from the steering range of a steering wheel, and a gap of correspondence-related [ of the handle angle and the tire angle of a steering wheel according to the rotation position of the handle ] can be amended is done so.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-327150  
(P2003-327150A)

(43)公開日 平成15年11月19日(2003.11.19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テーマコード\* (参考)

B 6 2 D 6/00

B 6 2 D 6/00

3 D 0 3 2

5/06

5/06

B 3 D 0 3 3

5/07

5/07

B

// B 6 2 D 113:00

113:00

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2002-141776(P2002-141776)

(22) 出願日 平成14年5月16日(2002.5.16)

(71) 出願人 597156971

株式会社アミテック

東京都八王子市東町1番6 橋完LKビル

(71)出願人 000183200

イートン機器株式会社

東京都港区赤坂八丁目11番37号

(72) 発明者 後藤 忠敏

東京都府中市新町1丁目77番2号

(72)発明者 坂本 宏

埼玉県川越市山田896-8

(74) 代理人 100077539

弁理士 飯塚 義仁

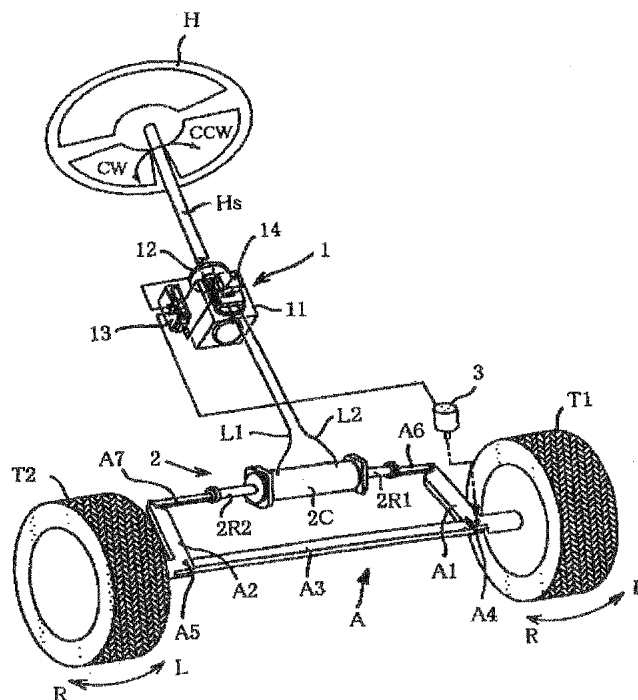
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーステアリング装置用制御ユニット及びハンドル角補正システム

(57) 【要約】

【課題】 取り扱い性を向上したパワーステアリング装置用制御ユニットの提供。ハンドルの回転範囲や操舵輪の操舵範囲の異なる車両に適したハンドル角補正システムの提供。

【解決手段】 パワーステアリング装置用制御ユニットにおいて、ハンドルHの回転操作量に応じた油量を油圧シリンダ2に供給する主作動油供給装置11と、前記油圧シリンダの駆動を補正するための補正油を制御信号に応じて供給する補正油供給装置14と、前記ハンドルの回転位置に応じたハンドル角を検出するために、前記主作動油供給装置に結合されるハンドル回転軸Hsの周囲に配置されるハンドル角検出器12Mとを一体化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ハンドルの回転に応じて操舵輪を操舵する油圧シリンダと、前記操舵輪のタイヤ角を検出するタイヤ角センサとを具備するパワーステアリング装置において用いられるパワーステアリング装置用制御ユニットであって、

前記ハンドルの回転軸に着脱式に結合して該ハンドルの回転操作量に応じた油量を前記油圧シリンダに供給する主作動油供給装置と、

前記油圧シリンダの駆動を補正するための補正油を制御信号に応じて供給する補正油供給装置とを具備し、さらに、

前記ハンドルの回転位置に応じたハンドル角を検出するために、前記主作動油供給装置に結合されるハンドル回転軸の周囲に配置されるハンドル角検出器と、

前記ハンドル角検出器で検出したハンドル角と前記タイヤ角センサで検出したタイヤ角とに基づき、該ハンドル角と該タイヤ角との対応関係のずれを補正する制御信号を生成し、該制御信号に応じて前記補正油供給装置による前記補正油の供給を制御する制御回路装置とを前記主作動油供給装置のハウジングに取り付け、該ハンドル角検出器及び制御回路装置を前記主作動油供給装置に一体化させたことを特徴とするパワーステアリング装置用制御ユニット。

【請求項2】 前記ハンドル角検出器は、前記主作動油供給装置におけるハンドル回転軸取付け用のハンドル軸挿入孔の周囲に配置され、前記制御回路装置は、前記ハンドル角検出器に近接して配置されている請求項1に記載のパワーステアリング装置用制御ユニット。

【請求項3】 前記制御回路装置の回路基板が前記ハンドル角検出器の配置に対応する箇所まで延び、該ハンドル角検出器が前記制御回路装置の回路基板上に配置されており、該ハンドル角検出器と制御回路装置が一体化されている請求項2に記載のパワーステアリング装置用制御ユニット。

【請求項4】 前記制御回路装置が、前記操舵輪のタイヤ角検出信号に基づき、該操舵輪の全操舵範囲を学習する手段と、

前記ハンドルの回転位置に応じたハンドル角検出信号に基づき、前記操舵輪の全操舵範囲に対応する該ハンドルの回転範囲を学習する手段と、

学習した前記操舵輪の全操舵範囲とこれに対応する前記ハンドルの回転範囲とに基づき前記操舵輪の右操舵方向に関する第1の修正データと左操舵方向に関する第2の修正データとをそれぞれ求める手段と、

前記操舵輪の現在の操舵方向に応じた前記第1又は第2の修正データで現在のタイヤ角検出信号とハンドル角検出信号の少なくとも一方を修正し、該タイヤ角検出信号とハンドル角検出信号との偏差に応じて、前記制御信号を発生する手段とを含む請求項1乃至3のいずれかに記

載のパワーステアリング装置用制御ユニット。

【請求項5】 ハンドルの回転に応じて操舵輪を操舵する油圧装置を具備するパワーステアリング装置におけるハンドル角補正システムであって、

前記操舵輪のタイヤ角検出信号に基づき、該操舵輪の全操舵範囲を学習する手段と、

前記ハンドルの回転位置に応じたハンドル角検出信号に基づき、前記操舵輪の全操舵範囲に対応する該ハンドルの回転範囲を学習する手段と、

10 学習した前記操舵輪の全操舵範囲とこれに対応する前記ハンドルの回転範囲とに基づき前記操舵輪の右操舵方向に関する第1の修正データと左操舵方向に関する第2の修正データとをそれぞれ求める手段と、

前記操舵輪の現在の操舵方向に応じた前記第1又は第2の修正データで現在のタイヤ角検出信号とハンドル角検出信号の少なくとも一方を修正し、該タイヤ角検出信号とハンドル角検出信号との偏差に応じて、前記操舵輪の操舵を補正する手段とを具備したハンドル角補正システム。

20 【請求項6】 前記偏差に応じた前記操舵輪の操舵補正量を、学習によって増減変更する手段を更に備えた請求項5に記載のハンドル角補正システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、車両用パワーステアリング装置に係り、特に、ハンドルの回転位置に応じて操舵輪を所定の操舵角（以下、操舵角を便宜上、タイヤ角という）に操舵する油圧シリンダ（ステアリングシリンダ）の駆動制御に適したパワーステアリング装置用制御ユニットに関する。また、車両用パワーステアリング装置において、ハンドルの回転位置に応じたハンドル角と操舵輪のタイヤ角との対応関係のずれを補正するハンドル角補正システムに係り、特に、ハンドルの回転範囲や操舵輪の操舵範囲の異なる車両に適したハンドル角補正システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】フォークリフトなどの産業車両には、ハンドル操作を軽快に行えるようにパワーステアリング装置が設けられている。パワーステアリング装置として、ハンドルの回転操作量に応じた油量を作動油供給ユニットでステアリングシリンダに供給して操舵輪を操舵する全油圧式のパワーステアリング装置が知られている。

【0003】上記のパワーステアリング装置において、作動油供給ユニットでステアリングシリンダに供給する油量はハンドルの回転速度に因って変化することがある。例えば、ハンドルの回転速度が比較的遅い場合には、ステアリングシリンダに供給される油量が少なくなる傾向がある。この場合、実際のハンドルの回転操作量に応じたハンドル角と操舵輪のタイヤ角との対応関係にずれが発生するという問題が起こる。また、作動油供給



ユニットなどでステアリングシリンダに供給すべき油量がリークすることがあり、この場合にも上記の問題と同様な問題が起こり得る。

【0004】そこで、パワーステアリング装置では、一般に、ハンドルの回転操作量に応じたハンドル角と操舵輪のタイヤ角との対応関係のずれを補正することが行われている。この種のパワーステアリング装置としては、従来、特開平10-181626号公報や特開平10-287258号公報などに示されたものが知られている。例えば、特開平10-181626号公報に示された装置では、ハンドルの回転位置に応じたハンドル角をハンドル角センサで検出し、そのときの操舵輪の切れ角（タイヤ角）を切れ角センサで検出する。コントローラでは、操舵輪の切れ角に基づきハンドル角補正用マップで正規のハンドル角である目標ハンドル角を求め、該目標ハンドル角とハンドル角との偏差が許容範囲を超える場合に電磁切換弁を開弁する。これによって、作動油供給ユニットであるオービットロール（登録商標）からステアリングシリンダに供給すべき油量の一部を電磁切換弁を介して還流させ、ハンドルの回転操作量に対するステアリングシリンダの変化割合を減少させることで、ハンドルを空転できるようにしている。すなわち、ハンドルが空転することでずれ量が許容範囲に収まるまでハンドルの位置補正が実行される。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のパワーステアリング装置では、ハンドル角センサ、オービットロール、コントローラおよび電磁切換弁などは、それぞれ、1つの独立したユニットとして構成されている。このため、各ユニットを別々に取り扱わなければならない、取り扱いが面倒であった。また、上記装置では、適用対象車両におけるハンドルの回転範囲と操舵輪の操舵範囲とに基づいて作成されたハンドル角補正用マップをコントローラに予め記憶させているので、ハンドルの回転範囲と操舵輪の操舵範囲とが共通する同一車種の車両にしか適用できないという問題があった。

【0006】本発明は、上記の点に鑑みて為されたもので、取り扱い性を向上した油圧式パワーステアリング装置用制御ユニットを提供しようとするものである。また、ハンドルの回転範囲や操舵輪の操舵範囲の異なる車両に適用できるパワーステアリング装置におけるハンドル角補正システムを提供しようとするものである。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係るパワーステアリング装置用制御ユニットは、ハンドルの回転に応じて操舵輪を操舵する油圧シリンダと、前記操舵輪のタイヤ角を検出するタイヤ角センサとを具備するパワーステアリング装置において用いられるパワーステアリング装置用制御ユニットであって、前記ハンドルの回転軸に着脱的に結合して該ハンドルの回転操作量に応じた油量を

前記油圧シリンダに供給する主作動油供給装置と、前記油圧シリンダの駆動を補正するための補正油を制御信号に応じて供給する補正油供給装置とを具備し、さらに、前記ハンドルの回転位置に応じたハンドル角を検出するために、前記主作動油供給装置に結合されるハンドル回転軸の周囲に配置されるハンドル角検出器と、前記ハンドル角検出器で検出したハンドル角と前記タイヤ角センサで検出したタイヤ角とに基づき、該ハンドル角と該タイヤ角との対応関係のずれを補正する制御信号を生成し、該制御信号に応じて前記補正油供給装置による前記補正油の供給を制御する制御回路装置とを前記主作動油供給装置のハウジングに取り付け、該ハンドル角検出器及び制御回路装置を前記主作動油供給装置に一体化させたことを特徴とするものである。これによれば、主作動油供給装置を主構成要素としてハンドル角検出器と制御回路装置とを1つのユニットとして取り扱うことができるので、取り扱い性の向上を図れる。

【0008】また、本発明に係るハンドル角補正システムは、ハンドルの回転に応じて操舵輪を操舵する油圧装置を具備するパワーステアリング装置におけるハンドル角補正システムであって、前記操舵輪のタイヤ角検出信号に基づき、該操舵輪の全操舵範囲を学習する手段と、前記ハンドルの回転位置に応じたハンドル角検出信号に基づき、前記操舵輪の全操舵範囲に対応する該ハンドルの回転範囲を学習する手段と、学習した前記操舵輪の全操舵範囲とこれに対応する前記ハンドルの回転範囲とに基づき前記操舵輪の右操舵方向に関する第1の修正データと左操舵方向に関する第2の修正データとをそれぞれ求める手段と、前記操舵輪の現在の操舵方向に応じた前記第1又は第2の修正データで現在のタイヤ角検出信号とハンドル角検出信号の少なくとも一方を修正し、該タイヤ角検出信号とハンドル角検出信号との偏差に応じて、前記操舵輪の操舵を補正する手段とを具備したものである。これによれば、操舵輪の全操舵範囲とこれに対応するハンドルの回転範囲とを学習し、操舵輪の現在の操舵方向に応じた第1又は第2の修正データで現在のタイヤ角検出信号とハンドル角検出信号の少なくとも一方を修正し、該タイヤ角検出信号とハンドル角検出信号との偏差に応じて、操舵輪の操舵を補正するので、ハンドルの回転範囲や操舵輪の操舵範囲の異なる車両に適用でき、かつハンドルの回転位置に応じたハンドル角と操舵輪のタイヤ角との対応関係のずれを補正することができる。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。本実施の形態では、本発明に係る制御ユニット及びハンドル角補正システムを、例えばフォークリフトなどの産業車両のように、車種によってハンドルの回転範囲や操舵輪の操舵範囲が異なる車両に適用した場合を説明する。図1は、本発明に係る制御

10

20

30

40

50

ユニットを備える油圧式パワーステアリング装置の概略構成の一例を示す。

【0010】図1において、パワーステアリング装置は、ハンドルHのハンドル軸（ステアリングシャフト）Hsに連結された制御ユニット1と、左右の操舵輪T1及びT2を舵取り装置Aを介して駆動するステアリングシリンダ2と、任意の一方の操舵輪（図の例ではハンドルH側から見て左側の操舵輪T1）のタイヤ角を検出するタイヤ角センサ3などを含む。制御ユニット1は主作動油供給装置であるオービットロール11を具備し、該オービットロール11が舵取り装置Aに設けられた油圧シリンダ2に油圧ラインL1、L2を介して接続されている。

【0011】舵取り装置Aにおいて、左操舵軸腕A1は、車軸A3の左端にキングピンA4を介して回動自在に連結されており、右操舵軸腕A2は、同車軸A3の右端にキングピンA5を介して回動自在に連結されている。左操舵軸腕A1の一端には左操舵輪T1が取り付けられており、他端には油圧シリンダ2の一方のピストンロッド2R1が接続部材A6を介して連結されている。右操舵軸腕A2の一端には右操舵輪T2が取り付けられており、他端には油圧シリンダ2の他方のピストンロッド2R2が接続部材A7を介して連結されている。この舵取り装置Aでは、油圧シリンダ2の各ロッド2R1、2R2がハンドルH側から見て左方向Lに移動することで、左操舵軸腕A1と右操舵輪A2がそれぞれピンA4、A5と共に車軸A3に対して同方向Lに回動し、よって、左操舵輪T1と右操舵輪T2とが左方向Lに操舵される。また、シリンダ2の各ロッド2R1、2R2がハンドルH側から見て右方向Rに移動することで、左操舵軸腕A1と右操舵輪A2がそれぞれピンA4、A5と共に車軸A3に対して同方向Rに回動し、よって、左操舵輪T1と右操舵輪T2とが右方向Rに操舵される。

【0012】タイヤ角センサ3はポテンションメータからなり、左操舵軸腕A1側のキングピンA4に取り付けられている。このタイヤ角センサ3は、キングピンA4の回動量を検出し、該回動量に応じたアナログ（例えば、電圧値など）のタイヤ角検出信号θTを図6に示す位置変換部13Bに出力する。

【0013】図2は制御ユニット1の外観形態の一例を示し、(A)は図1に示すハンドルH側から見た制御ユニット1の平面図、(B)は(A)に示す制御ユニット1の一部切欠き正面図である。図2(A)、(B)において、制御ユニット1は、オービットロール11と、ハンドル角センサ12のハンドル角検出器12Mと、コントローラ13と、補正油供給装置であるソレノイドバルブ14などを含む。オービットロール11のハウジング11Aには、ハンドルH側の上面にハンドル角検出器12Mとコントローラ13とが適宜の保護部材11Bを介して一体化された状態に取り付けられている。保護部材

11Bには、ハンドル回転軸取付け用のハンドル軸挿入孔11Cが設けられており、この挿入孔11Cの周囲にハンドル角検出器12Mが配置され、該検出器12Mに近接してコントローラ13が配置されている。なお、ハンドル角検出器12Mは、図5に示されるようなリング状のステータ部12Sやコイル12A～12Dなどを具備してなる。コントローラ13は、図示しないMPUや、ROM、RAMなどからなる回路基板13Pなどを具備する。回路基板13Pは、ハウジング11Aの側面に取り付けられたソレノイドバルブ14の上方からハンドル角検出器12Mの配置に対応する箇所まで延びており、該基板13P上にハンドル角検出器12Mが配置されている。なお、コントローラ13には、ソレノイドバルブ14や図1に示されるタイヤ角センサ3などに信号線Cを介して電氣的に接続される。図において、信号線Cはソレノイドバルブ14用の信号線であり、タイヤ角センサ3用の信号線については図示を省略してある。

【0014】このように、制御ユニット1は、オービットロール11のハウジング11Aに、ハンドル角検出器12Mと、コントローラ13と、ソレノイドバルブ14などを一体化させた構造の1つのユニットとして構成されているので、取り扱いが容易である。また、ハンドル角検出器12Mをオービットロール11の挿入孔11Cの周囲に配置し、該ハンドル角検出器12Mに近接して回路基板13Pを配置するので、該検出器12Mと基板13Pとを適宜の保護部材11Bや取り付け部材などで一体化することができ、よって、ハンドル角検出器12Mや回路基板13Pをハウジング11Aに容易に取り付けることができる。このような構成の制御ユニット1は、ハンドル軸Hsに着脱式に結合される。すなわち、オービットロール11のハンドル軸挿入孔11Cにハンドル軸Hsの先端部を挿入することで、該ハンドル軸Hsをオービットロール11内に設けられた図3に示す計量機構部（ジロータ）11Cに任意の機構を介して着脱式に結合される。

【0015】図3に制御ユニット1及びこれに関連する油圧回路の一例を示す。図3において、オービットロール11は、車両のエンジン駆動中に、油圧ポンプPから圧力・流量補償弁V及び供給ラインP1を通じて供給される作動油Qを流入路11A1を介して計量機構部11Cに供給する。計量機構部11Cは、ハンドルHが図1に示す左回転方向CCWに回転操作されると、その回転操作量に応じた油量Q1を第1給排路11A2及び油圧ラインL1を介してシリンダ2の一方の油室2C1に供給する。これによって、ピストン2Pはロッド2R1、2R2と共に左方向Lに移動し、図1に示される軸腕A2、A3がキングピンA4、A5と共に同方向に回動して操舵輪T1、T2をハンドルHの回転位置に応じたタイヤ角に操舵する。また、ハンドルHが同図に示す右回転方向CWに回転操作されると、その回転操作量に応じ

た油量 $Q_1$ を図示しない給油方向切換弁、第2給排路11A3及び油圧ラインL2を介してシリンダ2の他方の油室2C2に供給する。これによって、ピストン2Pはロッド2R1、2R2と共に右方向Rに移動し、同図に示される軸腕A2、A3がキングピンA4、A5と共に同方向に回転して操舵輪T1、T2をハンドルHの回転位置に応じたタイヤ角に操舵する。なお、油圧シリンダ2からオービットロール11を介して排出される油は排出ラインP2を通じて油タンクTに排出される。

【0016】第1給排路11A2には計量機構部11Cをバイパスしてバイパス路11A4が接続されている。バイパス路11A4には供給ラインP1に連通する補助供給ラインP3が接続されており、この補助供給管P3にノーマルオープン仕様のソレノイドバルブ14が設けられている。ソレノイドバルブ14は、二位置切換弁であり、通常ステアリング状態すなわちハンドル角にずれが発生していない状態では、補助供給ラインP3を開放する開放位置（図3に示す位置）に位置され、供給ラインP1から補助供給ラインP3を介してバイパス路11A4に補正油 $Q_2$ を供給する。したがって、油圧シリンダ2には油量として $Q_1 + Q_2$ が供給される。ハンドル角にずれが発生している状態では、一例として、ハンドルとの相対位置で油圧シリンダ2のピストン2Pが正規の位置よりもオーバーしている状態となるので、ソレノイドバルブ14は、補助供給ラインP3を閉鎖する閉鎖位置（図4に示す位置）に位置され、バイパス路11A4への補正油 $Q_2$ の供給を停止する。したがって、油圧シリンダ2には油量として $Q_1$ が供給される。閉鎖位置と開放位置との切り換えはソレノイドバルブ14のソレノイド14Aをオン・オフ制御することにより行われる。

【0017】ハンドル角センサ12は電磁誘導方式の回転型位置検出センサからなる。本例に示すハンドル角センサ12は、本出願人の出願に係る特願平11-359431号に示された回転型位置検出装置の技術を用いて構成したものである。したがって、ここでは、その概略構成を簡単に説明する。図5は、磁気誘導式位置センサによってハンドル角センサ12を構成した例を示し、一例としてハンドル角の一回転にわたる0度から360度までのハンドル角をアブソリュート検出できるものである。図5(A)は、ハンドル軸Hsに取り付けられたハンドル角検出器12Mの径方向断面図、(B)は、該ハンドル角検出器12Mの検出コイル12A~12Dに関連する電気・電子回路の一例を示すブロック図である。ハンドル角検出器12は、ステータ部12Sとロータ部12Rとで構成される。ロータ部12Rは、検出対象たるハンドル軸Hsに取り付けられた、所定形状例えば偏心リング状の磁気応答部材12Eからなる。磁気応答部材12Eは、鉄等の磁性体からなるもの、あるいは銅等の導電体からなるもの、あるいは磁性体と導電体との組

み合わせからなるものなど、磁気結合係数を変化させる材質からなる。ロータ部12Rに対してラジアル方向に向き合うような形でステータ部12Sが配置される。

【0018】ステータ部12Sは、例えば、真円のリング状に形成される。ステータ部12Sの内周面には、検出用コイルとして4つのコイル12A~12Dが円周方向に所定間隔で例えば90度の間隔で配置されている。すなわち、ステータ部12Sにおいて、サイン出力用のコイル12Aを鉄心（磁性体コア）12A1に巻回して設けると共に、該コイル12Aの180度反対側の角度位置にコイル12Bを鉄心12B1に巻回して設ける。また、コサイン出力用のコイル12Cを鉄心12C1に巻回して設けると共に、該コイル12Cの180度反対側の角度位置にコイル12Dを鉄心12D1に巻回して設ける。各コイル12A~12Dは、それぞれ、コイル内を通る磁束がハンドル軸Hsの径方向を指向する。各コイル12A~12Dの鉄心12A1~12D1の端面と、ロータ部12Rの磁気応答部材12Eとの間に空隙が形成され、ロータ部12Rはステータ部12Sに対して非接触で回転する。ロータ部12Rの磁気応答部材12Eの所定の形状、例えば偏心リング状、の故に、磁気応答部材12Eとコイル鉄心12A1~12D1との空隙が回転位置に応じて変化する。この対向空隙の変化によって、鉄心12A1~12D1を通してコイル12A~12Dを貫く磁束量が変化し、もって、コイル12A~12Dのインピーダンスが変化する。この構成によって、180度で対向するコイル対12Aと12B及び12Cと12Dにおける各コイルのインピーダンスが差動的に変化する。すなわち、サイン相のコイル12Aと12Bの対では、コイル12Aのインピーダンス変化つまり出力振幅変化がハンドル軸Hsの回転角度に対して「 $P_0 + P \sin \theta$ 」という関数特性を示すとすると、他のコイル12Bのインピーダンス変化つまり出力振幅変数はハンドル軸Hsの回転角度 $\theta$ に対して「 $P_0 - P \sin \theta$ 」という関数特性を示す。同様に、コサイン相のコイル12Cと12Dの対では、コイル12Cのインピーダンス変化つまり出力振幅変化がハンドル軸Hsの回転角度 $\theta$ に対して「 $P_0 + P \cos \theta$ 」という関数特性を示すとすると、他のコイル12Dのインピーダンス変化つまり出力振幅変数はハンドル軸Hsの回転角度 $\theta$ に対して「 $P_0 - P \cos \theta$ 」という関数特性を示す。

【0019】図5(B)に示すように、各コイル12A~12Dは所定の交流発生源12Pから発生される所定の1相の高周波交流信号（仮に $\sin \theta$ で示す）によって定電圧又は定電流で励磁される。各コイル12A~12Dの端子間電圧 $V_s$ 、 $V_{sa}$ 、 $V_c$ 、 $V_{ca}$ は、下記のように、回転角度 $\theta$ に対応するそれぞれのインピーダンスに応じた大きさを示す。

$$V_s = (P_0 + P \sin \theta) \sin \omega t$$

$$V_{sa} = (P_0 - P \sin \theta) \sin \omega t$$

$$V_c = (P_0 + P \cos \theta) \sin \omega t$$

$$V_{ca} = (P_0 - P \cos \theta) \sin \omega t$$

各コイル対毎に2つのコイル(12Aと12B及び12\*

$$V_s - V_{sa} = (P_0 + P \sin \theta) \sin \omega t$$

$$= 2 \sin \theta \sin \omega t$$

$$V_c - V_{ca} = (P_0 + P \cos \theta) \sin \omega t$$

$$= 2 \cos \theta \sin \omega t$$

従って、検出対象たるハンドルHの回転角度 $\theta$ に対応する2つの周期的振幅関数( $\sin \theta$ 及び $\cos \theta$ )を振幅係数として持つ、レゾルバと同様の、2つの交流出力信号( $\sin \theta \sin \omega t$ 及び $\cos \theta \sin \omega t$ )を生成することができる。

【0020】図6は、コントローラ13の回路構成の一例を示す機能ブロック図である。コントローラ13は、前述したように、MPUや、ROMとRAMなどからなるメモリなどから構成されているが、図6ではそれらのコンピュータハードウェアの図示は省略し、コンピュータソフトウェアによって実行される処理を機能ブロックで示している。なお、位置変換部13Aの機能の一部は専用ハードウェア回路で実現され、残りはコンピュータソフトウェアの処理によって実現される。

【0021】位置変換部13Aでは、ハンドル角検出器12Mから出力されるサイン及びコサイン関数特性の交流出力信号 $\sin \theta \sin \omega t$ 及び $\cos \theta \sin \omega t$ における振幅関数 $\sin \theta$ 及び $\cos \theta$ の位相成分 $\theta$ を計測することで、ハンドルHの1回転の回転角度範囲

(0度～360度)におけるハンドル軸Hsの回転位置 $\theta$ をアブソリュートで検出する。そして、ハンドル軸Hsの回転位置すなわちハンドルHの回転位置に応じたハンドル角検出信号を位置変換部13Aに出力する。位置変換部13Aとしては、例えば本出願人の出願に係る特開平9-126809号公報に示された技術を用いて構成することができる。例えば、第1の交流出力信号 $\sin \theta \sin \omega t$ を電氣的に90度シフトすることで、交流信号 $\sin \theta \cos \omega t$ を生成し、これと第2の交流出力信号 $\cos \theta \sin \omega t$ を加減算合成することで、 $\sin(\omega t + \theta)$ および $\sin(\omega t - \theta)$ なる、 $\theta$ に応じて進相及び遅相方向に位相シフトされた2つの交流信号(位相成分 $\theta$ を交流位相ずれに変換した信号)を生成し、その位相を測定することで、ハンドルHの回転位置検出データすなわちハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ を得ることができる。あるいは、公知のレゾルバ出力信号を処理するために使用されるR-Dコンバータを、この位置変換部13Aとして使用するようにしてもよい。

【0022】位置変換部13Bは、タイヤ角センサ3から入力したアナログのタイヤ角検出信号 $\theta_T$ をデジタルデータに変換し、デジタルのタイヤ角検出データ $\theta_{TD}$ を出力する。また、そのタイヤ角検出データ $\theta_{TD}$

\*Cと12D)がそれぞれ逆相差動接続され、下記に示すように、所定の周期的振幅関数を振幅係数として持つ交流出力信号を各コイル対毎に生成する。

$$- (P_0 - P \sin \theta) \sin \omega t$$

$$- (P_0 - P \cos \theta) \sin \omega t$$

に基づきハンドル回転数に対応するハンドル角回転回数データD1を出力する。

【0023】図6に示すコントローラ13においては、ソレノイドバルブ14のオン・オフ制御を行うにあたって、ハンドル角検出範囲学習部13C及びタイヤ角検出範囲学習部13Dにより、ハンドルの回転範囲及び操舵輪の操舵範囲を検出するようにし、いかなる車種に対しても適切に適応できるようにしたことを特徴としている。すなわち、フォークリフトなどの産業車両にあっては、前述したように、車種によってハンドルの回転範囲や操舵輪の操舵範囲が異なるが、本実施例においては、適用対象車両のハンドル回転範囲と操舵範囲とを学習によって常に検出することにより、いかなる車種に対しても随時適応できるようにしている。

【0024】ハンドル角検出範囲学習部13Cでは、位置変換部13Aから出力されるハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ に基づきハンドルの回転範囲を学習によって検出する。図7(A)は、ハンドル角検出範囲学習部13Cで得るハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ の一例を示す模式図である。図8(A)は、上記検出範囲学習部13Cで実行するハンドル回転範囲の学習処理の一例を示すフロー図である。図8(A)において、ステップS1では、車両の電源が投入されたとき、位置変換部13Bで現在のタイヤ角検出データ $\theta_{TD}$ に対応するハンドル角回転回数データD1を位置変換部13Aに出力してプリセットする。これにより、現在のハンドル回転数に応じたハンドル回転位置のハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ が位置変換部13Aからハンドル角検出範囲学習部13Cに出力されることになる。ステップS2では、位置変換部13Aからハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ を、位置変換部13Bからタイヤ角検出データ $\theta_{TD}$ をそれぞれ読み込む。ステップS3では、タイヤ角検出データ $\theta_{TD}$ に応じたハンドル角回転回数データ(HPD)を算出する。一例として、タイヤ角検出データ $\theta_{TD}$ に応じて得られるハンドル1回転(360度)のハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ をカウントし、そのカウント値をハンドル角回転回数データとする。ステップS4では、ハンドル角検出データ( $\theta_{HD}$ )とハンドル角回転回数データ(HPD)とを加える演算処理を行ってハンドル回転回数に応じたハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ を得る。ステップS5では、ハンドル回転方向の判別を行う。一例として、データを読

み込む毎に、今回読み込んだデータと前回読み込んだデータとを比較し、今回のデータが前回のデータよりも「大」であれば右回転方向と判定し、「小」であれば左回転方向と判定する。ステップS6では、ハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ のピーク値すなわち最大値 $\theta_{HDmax}$ と最小値 $\theta_{HDmin}$ とを求める。一例として、ハンドルの右回転方向に対応するデータ $\theta_{HD}$ を取り込む毎に、今回読み込んだデータと前回読み込んだデータとを比較して大きい方のデータを記憶し、かつ、更新することにより、最後に記憶したデータの値を最大値 $\theta_{HDmax}$  (図7(A)参照)とする。また、ハンドルの左回転方向のハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ を取り込む毎に、今回取り込んだデータと前回取り込んだデータとを比較して小さい方のデータを記憶し、かつ、更新することにより、最後に記憶したデータの値を最小値 $\theta_{HDmin}$  (図7(A)参照)とする。なお、ステップS6では、タイヤ角検出範囲学習部13Dから更新中止信号Saを入力した時点で、最大値 $\theta_{HDmax}$ と最小値 $\theta_{HDmin}$ との更新を中止する。このように、ハンドル角検出範囲学習部13Cでハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ の最大値 $\theta_{HDmax}$ と最小値 $\theta_{HDmin}$ とを検出することにより、ハンドルの回転範囲を学習する。なお、この学習は必要に応じて繰り返し行ってよい。

【0025】タイヤ角検出範囲学習部13Dでは、位置変換部13Bから出力されるタイヤ角検出データ $\theta_{TD}$ に基づき左操舵輪の操舵範囲を学習によって検出する。図7(B)は、タイヤ角検出範囲学習部13Dで得る操舵輪のタイヤ角検出データ $\theta_{TD}$ と、該検出データ $\theta_{TD}$ のゲイン(傾き)を補正したゲイン補正タイヤ角データ $\theta_{TDg}$ との一例を示す模式図である。図8(B)は、上記検出範囲学習部13Dで実行する操舵範囲の学習処理の一例を示すフロー図である。図8(B)において、ステップS11では、位置変換部13Bからタイヤ角検出データ $\theta_{TD}$ を読み込む。ステップS12では、ハンドル回転か否かの判定を行う。一例として、今回読み込んだデータが前回読み込んだデータに対して変化していればハンドル回転と判定する。かかる判定を行う理由は、ハンドルを何回転でも回転できるようなフォークリフトにおいて、操舵輪T1、T2のタイヤロック位置すなわちハンドルを回転させてもそれ以上操舵輪が操舵されない位置を検出するためには、その前提としてハンドルの回転動作状態を認識する必要があることによる。ステップS13では、タイヤロック位置の検出を行う。一例として、位置変換部13Aからハンドル角検出データ $\theta_{hD}$ を取り込み、今回取り込んだハンドル角検出データが前回取り込んだハンドル角検出データに対して変化しているにもかかわらず、今回読み込んだタイヤ角検出データが前回読み込んだタイヤ角検出データに対して変化していない場合に、タイヤロック位置と認識する。ステップS14では、ハンドル角検出範囲学習部13C

に更新中止信号Saを出力する。ステップS15では、タイヤ角検出データ $\theta_{TD}$ のピーク値すなわち最大値と最小値とを求める。一例として、ハンドルの右回転方向の回転位置に対応する右タイヤ角検出データ $\theta_{TDR}$ を読み込む毎に、今回読み込んだデータと前回読み込んだデータとを比較して大きい方のデータを記憶し、かつ、更新することにより、最後に記憶したデータの値を最大値 $\theta_{TDmax}$  (図7(B)参照)として得る。また、ハンドルの左回転方向の回転位置に対応する左タイヤ角検出データ $\theta_{TDL}$ を取り込む毎に、今回取り込んだデータと前回取り込んだデータとを比較して小さい方のデータを記憶し、かつ、更新することにより、最後に記憶したデータの値を最小値 $\theta_{TDmin}$  (図7(B)参照)として得る。この場合、例えば、左右の操舵輪を直進方向に指向させた左操舵輪中央位置に対応するタイヤ角検出データ $\theta_{HDC}$ を「0」とし、該データを基準にして最大値 $\theta_{TDmax}$ と最小値 $\theta_{TDmin}$ とを求めるとよい。このように、タイヤ角検出範囲学習部13Cでタイヤ角検出データ $\theta_{HD}$ の最大値 $\theta_{TDmax}$ と最小値 $\theta_{TDmin}$ とを検出することにより、操舵輪の操舵範囲を学習する。この学習は必要に応じて繰り返し行ってよい。

【0026】一般に、適用対象車両のように、2つの操舵輪T1及びT2を備える車両にあつては、各操舵輪T1、T2はハンドル中央位置に対して右操舵方向Rと左操舵方向Lとでハンドル回転量に対するタイヤ角が異なる。このため、図7(B)に示されるように、右操舵方向Rのタイヤ角検出データ(以下、右タイヤ角検出データという) $\theta_{TDR}$ と、左操舵方向Lのタイヤ角検出データ(以下、左タイヤ角検出データという) $\theta_{TDL}$ は、左操舵輪中央位置のタイヤ角検出データ $\theta_{TDC}$ に対するゲイン(データの重み:図の例ではデータの傾き)が異なる。すなわち、右タイヤ角検出データ $\theta_{TDR}$ のゲイン( $\beta_1$ )は左タイヤ角検出データ $\theta_{TDL}$ のゲイン( $-\beta_2$ )よりも小さい。これは、左操舵輪において、右操舵方向Rのタイヤ角は左操舵方向Lのタイヤ角よりも小さいことを意味する。また、ハンドルの回転操作に応じたハンドル角と操舵輪のタイヤ角との対応関係のずれを補正するためには、ハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ のゲインと、右タイヤ角検出データ $\theta_{TDR}$ 及び左タイヤ角検出データ $\theta_{TDL}$ のゲインとを同じにする必要がある。この場合、右タイヤ角検出データ $\theta_{TDR}$ の最大値 $\theta_{TDmax}$ を基準に該データのゲインを補正し、左タイヤ角検出データ $\theta_{TDL}$ の最小値 $\theta_{TDmin}$ を基準に該データのゲインを補正すると、左操舵輪中央位置に対応するタイヤ角検出データ $\theta_{TDC}$ がシフトしてしまい、好ましくない。そこで、本例では、タイヤ角検出範囲学習部13Bにおいて、上記中央位置に対応するタイヤ角検出データ $\theta_{TDC}$ を基準に、右タイヤ角検出データ $\theta_{TDR}$ と左タイヤ角検出 $\theta_{TDL}$ のゲイン

補正をそれぞれ別々に行う。

【0027】図9は、タイヤ角検出範囲学習部13Dで実行するゲイン補正処理の一例を示すフロー図である。図9において、ステップS21では、ハンドル角検出範囲学習部13Cからハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ の最大値 $\theta_{HDmax}$ と最小値 $\theta_{HDmin}$ とを取り込む。ステップS22では、ハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ のゲイン $\alpha$ と、このゲイン $\alpha$ と等しくなるように右タイヤ角検出データ $\theta_{TDR}$ 及び左タイヤ角検出データ $\theta_{TDL}$ をそれぞれ重み付けする重付け係数 $K1$ 、 $K2$ とを算出する。一例として、ゲイン $\alpha$ は、図7(A)に示されるように、ハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ の最大値 $\theta_{HDmax}$ とハンドル中央位置(左右の操舵輪を直進方向に指向させたときのハンドル位置)に対応する中央位置データ $\theta_{HDC}$ との差( $\theta_{HDmax} - \theta_{HDC}$ )から求める。この場合、ゲイン $\alpha$ をハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ の最小値 $\theta_{HDmin}$ と上記中央位置データ $\theta_{HDC}$ との差( $\theta_{HDmin} - \theta_{HDC}$ )から求めてもよい。重付け係数 $K1$ は、図7(B)に示される右タイヤ角検出データ $\theta_{TDR}$ の最大値 $\theta_{TDmax}$ でゲイン $\alpha$ を除算( $\alpha / \theta_{TDmax}$ )して求める。また、重付け係数 $K2$ は、同図(B)に示される左タイヤ角検出データ $\theta_{TDL}$ の最小値 $\theta_{TDmin}$ でゲイン $\alpha$ を除算( $\alpha / \theta_{TDmin}$ )して求める。ステップS23では、右タイヤ角検出データ $\theta_{TDR}$ のゲイン $\beta1$ と左タイヤ角検出データ $\theta_{TDL}$ のゲイン $\beta2$ を補正して、ゲイン補正タイヤ角データ $\theta_{TDg}$ を生成する。すなわち、図7(B)に示されるように、重付け係数 $K1$ を右タイヤ角検出データ $\theta_{TDR}$ に乗算( $K1 \times \theta_{TDR}$ )すると共に、重付け係数 $K2$ を左タイヤ角検出データ $\theta_{TDL}$ に乗算( $K2 \times \theta_{TDL}$ )する。これにより、右タイヤ角検出データ $\theta_{TDR}$ のゲイン $\beta1$ がハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ のゲイン $\alpha$ と同じゲイン( $\beta11$ )に補正され、左タイヤ角検出データ $\theta_{TDL}$ のゲイン $\beta2$ が同ゲイン $\alpha$ と同じゲイン( $-\beta21$ )に補正される。これによって、ハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ のゲイン $\alpha$ に応じたゲイン $\beta11$ 、 $-\beta21$ を有するゲイン補正タイヤ角データ $\theta_{TDg}$ を生成できる。上述のゲイン補正処理は、ハンドルの回転範囲の学習と操舵輪の操舵範囲の学習とを行う度に更新してよい。なお、上述のゲイン補正処理において、タイヤ角検出データ $\theta_{TDR}$ 及び $\theta_{TDL}$ のゲインに合うようにハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ のゲインを補正してもよい。また、タイヤ角検出データ $\theta_{TDR}$ 及び $\theta_{TDL}$ のゲインとハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ のゲインとが合うように、該タイヤ角検出データ $\theta_{TDR}$ 及び $\theta_{TDL}$ のゲインとハンドル角検出データ $\theta_{HD}$ のゲインとを補正してもよい。

【0028】次に、図6、図7及び図10を参照して、コントローラ13における駆動制御部13Gで実行するハンドル角ずれ補正処理を説明する。図10は、ハンド

ル角ずれ補正処理の一例を示すフロー図である。なお、本実施の形態で示すハンドル角ずれ補正処理は、ハンドルを右回転方向に回転操作した場合と左回転方向に回転操作した場合とで同じであるので、ハンドルを右回転方向に回転操作した場合のハンドル角ずれ補正処理について説明する。

【0029】図10において、ステップS31では、演算部13Eでハンドルが右回転方向に回転操作されたときのハンドル回転位置P(図7(A)参照)に対応するハンドル角検出データ $\theta_{HDp}$ を取り込む。また、演算部13Eで上記ハンドル回転位置Pに対応する操舵輪のゲイン補正タイヤ角データ $\theta_{TDgp}$ を取り込む。ステップS32では、演算部13Eでハンドル角検出データ $\theta_{HDp}$ とゲイン補正タイヤ角データ $\theta_{TDgp}$ との偏差 $|\Delta\theta D| (= |\theta_{HDp} - \theta_{TDgp}|)$ を算出する。この場合、上記データ $\theta_{HDp}$ がデータ $\theta_{TDgp}$ よりも大きい( $\theta_{HDp} > \theta_{TDgp}$ )ときに偏差は $(+\Delta\theta D)$ になり、上記データ $\theta_{HDp}$ がデータ $\theta_{TDgp}$ よりも小さい( $\theta_{HDp} < \theta_{TDgp}$ )ときに偏差は $(-\Delta\theta D)$ になる。ステップS33では、コンパレータ部13Fで偏差 $\Delta\theta D$ が許容ズレ角 $\delta1$ 、 $\delta2$ を超えたか否かを判定する。すなわち、偏差が $(+\Delta\theta D)$ のとき、該偏差がソレノイドバルブオン用(図の例ではON側)の許容ズレ角 $\delta1$ を超えたか否かを判定する。また、偏差が $(-\Delta\theta D)$ のとき、ソレノイドバルブオフ用(図の例ではOFF側)の許容ズレ角 $\delta2$ を超えたか否かを判定する。偏差 $(+\Delta\theta D)$ が許容ズレ角 $\delta1$ を超えた場合、若しくは偏差 $(-\Delta\theta D)$ が許容ズレ角 $\delta2$ を超えた場合にステップS34に進む。ステップS34では、駆動制御部13Gで駆動パルス信号PSを生成し、そのパルス信号PSをソレノイドバルブ14に出力する。この場合、許容ズレ角 $\delta1$ を超える偏差 $(+\Delta\theta D)$ 若しくは許容ズレ角 $\delta2$ を超える偏差 $(-\Delta\theta D)$ がハンドルの右回転方向CWと左回転方向CCWとで同じであっても、該各偏差を所定の許容ズレ角内に収めるための偏差補正量がハンドルの右回転方向CWと左回転方向CCWとで異なる。このため、本実施の形態では、ハンドル操作方向検出部13Hでハンドル角検出範囲外周部13Cのハンドル角検出データ $\theta_{HDp}$ に基づきハンドル操作方向(CW又はCCW)を検出し、該各ハンドル操作方向に応じて駆動パルス信号PSの出力時間を変えるようにしている。ソレノイドバルブ14は、駆動パルス信号PSによりソレノイド14Aがオン・オフ制御されることで、オン時に補助供給管P3を開放(図3参照)し、オフ時に補助供給管P3を閉鎖(図4参照)する動作を交互に繰り返すように駆動制御される。オービットロール11は、ソレノイドバルブ14のオン時に油圧シリンダ2にQ1+Q2の油量を供給し、ソレノイドバルブ14のオフ時に油圧シリンダ2にQ1の油量を供給する。これによって、ハンドルHの回転速

度が遅い場合や、オービットロール11などで作動油がリークした場合などに発生する、ハンドル角と操舵輪のタイヤ角との対応関係のずれが補正される。ステップS35では、ハンドル操作検出部13Iでハンドル回転操作有りか無しかを判定する。一例として、ハンドル角検出範囲学習部13Cからハンドル回転位置Pに対応するハンドル角検出データ $\theta_{HDp}$ を順次取り込み、今回取り込んだデータと前回取り込んだデータとの差を求めて所定の時定数 $\Delta T$ で微分演算することによりハンドル回転速度を算出し、該ハンドル回転速度が「0」のとき、ハンドル回転操作無しすなわちハンドル回転操作停止と判定してステップS37に進む。しかし、ハンドル回転速度が「0」でないとき、ハンドル回転操作有りと判定してステップS31に戻り、ステップS31からS34までのルーチンを実行する。ステップS36では、駆動制御部13Gでハンドル回転操作無しときの偏差 $|\Delta\theta D|$ が許容ズレ角 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ を超えているか否かを判定する。偏差 $|\Delta\theta D|$ が許容ズレ角 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ を超えている場合、ステップS37に進む。ステップS37では、駆動制御部13Gで駆動パルス信号PSのオン・オフ時間を補正する。すなわち、偏差 $(+\Delta\theta D)$ が許容ズレ角 $\delta 1$ を超えているとき、駆動パルス信号PSのオン時間を長くするように補正する(図11(A)参照)し、偏差 $(-\Delta\theta D)$ が許容ズレ角 $\delta 2$ を超えているとき、駆動パルス信号PSのオフ時間を長くするように補正する(図11(B)参照)。この場合も、上記のステップS34と同様に、ハンドル操作方向検出部13Hでハンドル角検出範囲外周部13Cのハンドル角検出データ $\theta_{HDp}$ に基づきハンドル操作方向(CW又はCCW)を検出し、該各ハンドル操作方向に応じて駆動パルス信号PSの出力時間を変えている。駆動パルス信号PSのオン時間を長くするように補正することにより、ハンドルの回転操作が開始されたとき、シリンダ2に供給すべき補正油量を増やすことができ、該偏差に適合したハンドル角のずれ補正を適切に行えるようになる。また、駆動パルス信号PSのオフ時間を長くするように補正することにより、ハンドルの回転操作が開始されたとき、シリンダ2に供給すべき補正油量を減らすことができ、該偏差に適合したハンドル角のずれ補正を適切に行えるようになる。上記の補正すべきオン・オフ時間は、例えば、任意の偏差オン・オフ時間変換テーブルを用いるか若しくは任意の演算処理を行うことで求めることができる。

【0030】本実施の形態では、タイヤ角センサ3で左操舵輪T1のタイヤ角を検出しているが、油圧シリンダ2のピストン位置を本出願人の出願に係る特開平11-132205号公報に示すシリンダ位置検出装置などを用いて検出し、この検出値を操舵輪のタイヤ角とみなして用いてよい。また、ハンドル角センサ12として、ハンドルHの回転回数に対応してハンドル角検出データを

リニアに検出できる多回転ハンドル角センサを用いることができる。この場合、電源投入時におけるハンドル回転回数のプリセット処理及びハンドル角検出範囲学習部13でのハンドル回転回数の算出処理を不要にすることができるので、ハンドル回転範囲の学習処理を簡素化できる。

#### 【0031】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明に係るパワーステアリング装置用制御ユニットでは、主作動油供給装置とハンドル角検出器と制御回路装置とを1つのユニットとして取り扱うことができるので、取り扱い性の向上を図れる、という優れた効果を奏する。本発明に係るハンドル角補正システムでは、ハンドルの回転範囲や操舵輪の操舵範囲の異なる車両に適用でき、かつハンドルの回転位置に応じたハンドル角と操舵輪のタイヤ角との対応関係のずれを補正することができる、という優れた効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るパワーステアリング装置用制御ユニットを備えるパワーステアリング装置の一例を示す概略構成図。

【図2】 パワーステアリング装置用制御ユニットの外観形態の一例を示すものであって、(A)は図1に示すハンドル側から見た制御ユニットの平面図、(B)は(A)に示す制御ユニットの一部切欠き正面図。

【図3】 制御ユニット及びこれに関連する油圧回路の一例を示すものであって、ハンドル角のずれ補正が行われないときの状態を示す油圧回路図。

【図4】 図3に示す油圧回路においてハンドル角のずれ補正が行われるときの状態を示す油圧回路図。

【図5】 ハンドル角検出センサの一例を示すものであって、(A)はハンドル軸に取り付けられたハンドル角検出器の径方向断面図、(B)はハンドル角検出器の検出コイルに関連する電気・電子回路の一例を示すブロック図。

【図6】 コントローラの回路構成の一例を示す機能ブロック図。

【図7】 (A)はハンドル角検出範囲学習部で得るハンドル角検出データの一例を示す模式図、(B)はタイヤ角検出範囲学習部で得るタイヤ角検出データと、該タイヤ角検出データをゲイン補正して得るゲイン補正タイヤ角データとの一例を示す模式図。

【図8】 (A)はハンドル角検出範囲学習部で実行する学習処理の一例を示すフロー図、(B)はタイヤ角検出範囲学習部で実行する学習処理の一例を示すフロー図。

【図9】 タイヤ角検出範囲学習部で実行するゲイン補正処理の一例を示すフロー図。

【図10】 駆動制御部で実行するハンドル角補正処理の一例を示すフロー図。



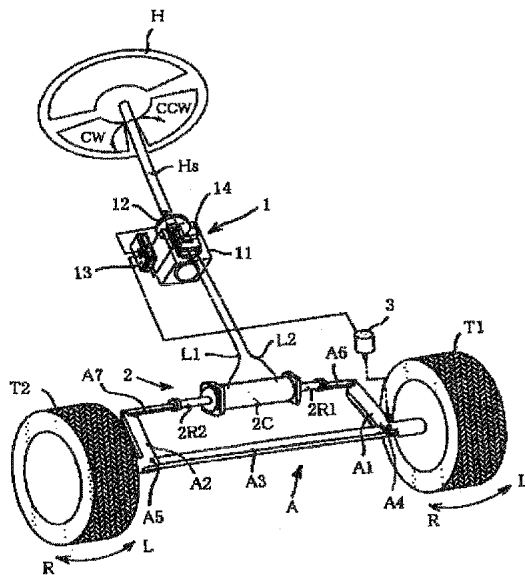
【図11】 駆動パルス信号のオン・オフ時間を補正する一例を示す図。

【符号の説明】

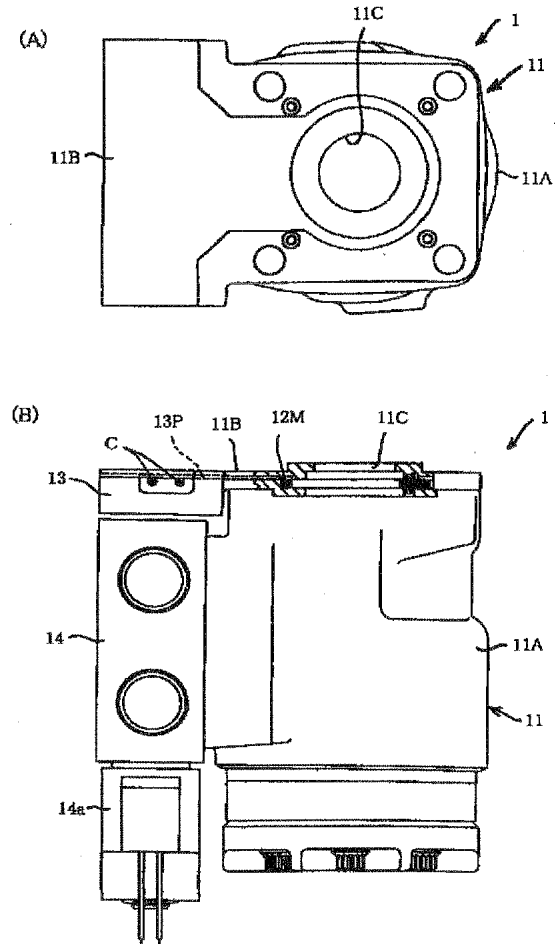
- 1 制御ユニット
- 2 油圧シリンダ
- 3 タイヤ角検出センサ
- 11 オービットロール
- 11B ハンドル軸取付け部
- 11C ハンドル軸挿入孔
- 12 ハンドル角検出センサ
- 13 コントローラ
- 13C ハンドル角検出範囲学習部
- 13D タイヤ角検出範囲学習部

- \* 13E 演算部
- 13F コンパレータ部
- 13G 駆動制御部
- 13H ハンドル操作方向検出部
- 13I ハンドル操作検出部
- 14 ソレノイドバルブ
- H ハンドル
- Hs ハンドル軸
- T1, T2 操舵輪
- 10  $\theta_{HD}$  ハンドル角検出データ
- $\theta_{TDR}$ ,  $\theta_{TDL}$  タイヤ角検出データ
- $\theta_{TDg}$  ゲイン補正タイヤ角データ
- \* PC 駆動パルス信号

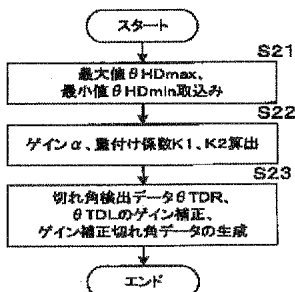
【図1】



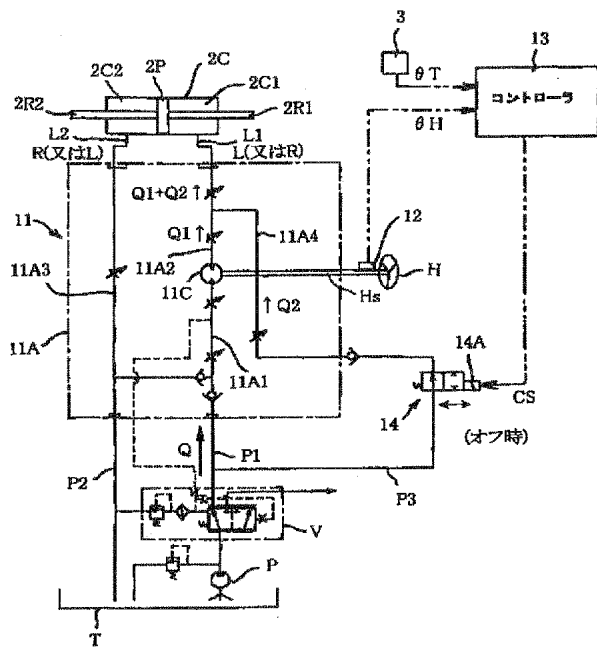
【図2】



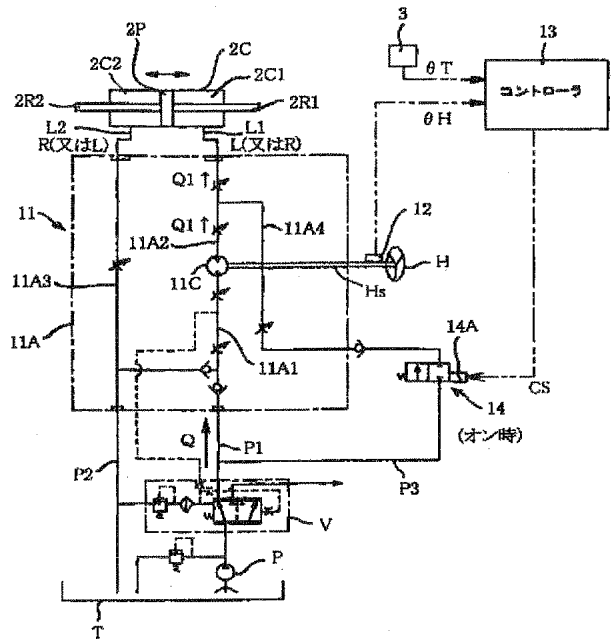
【図9】



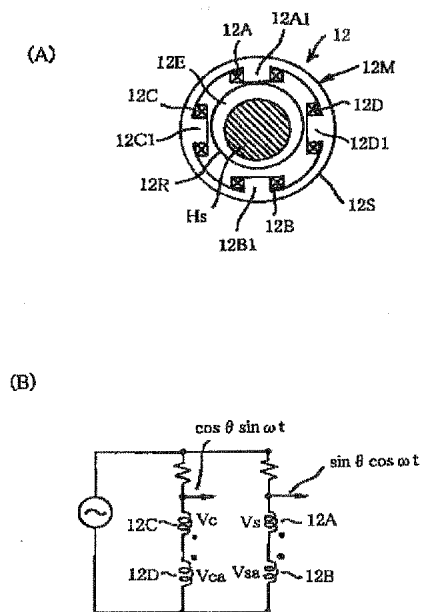
【図3】



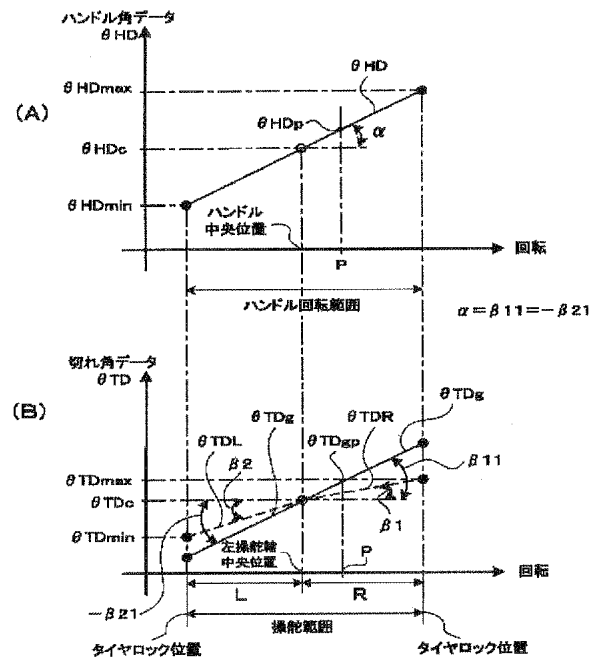
【図4】



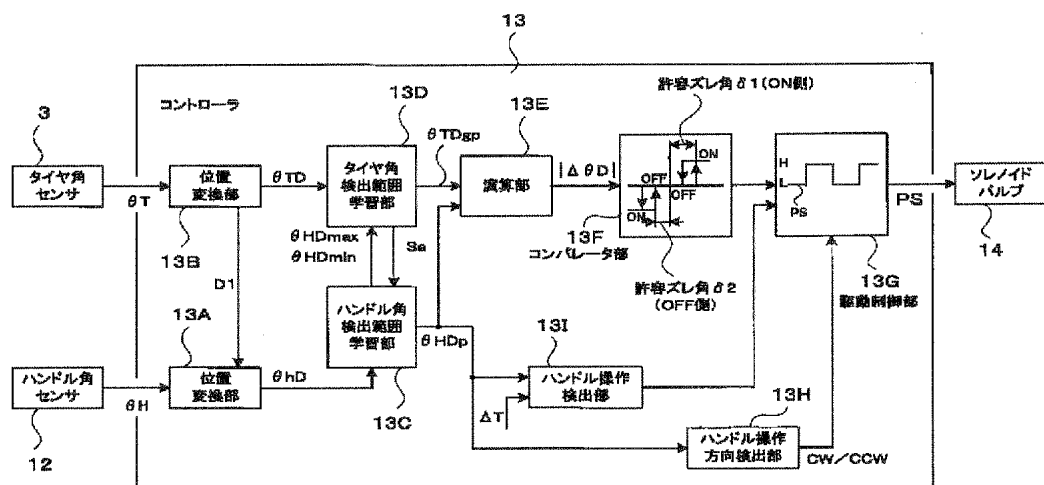
【図5】



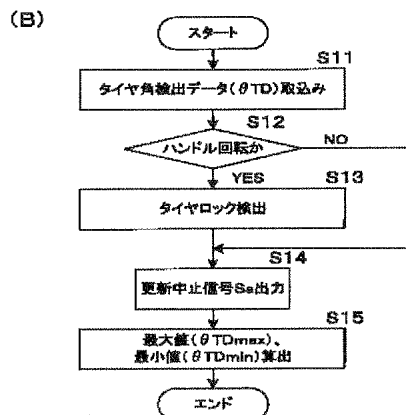
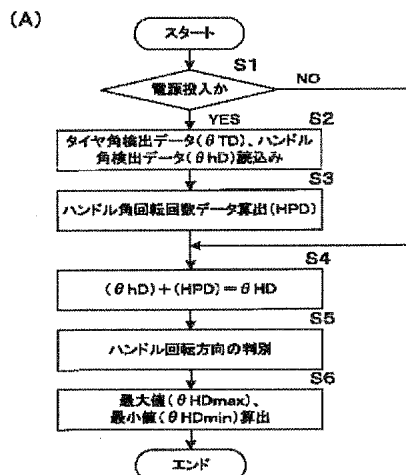
【図7】



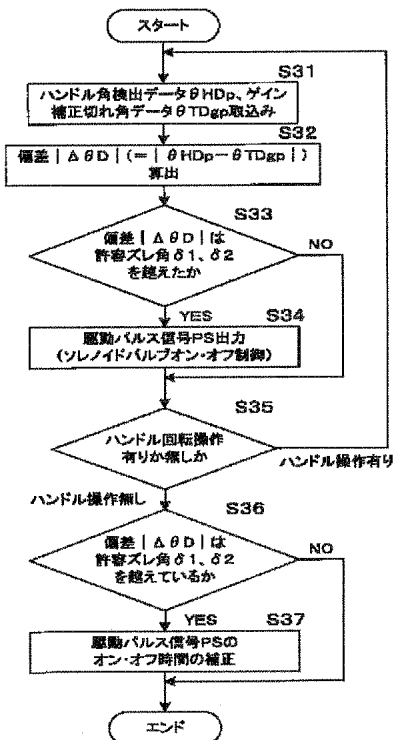
【図6】



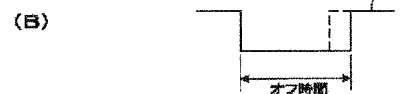
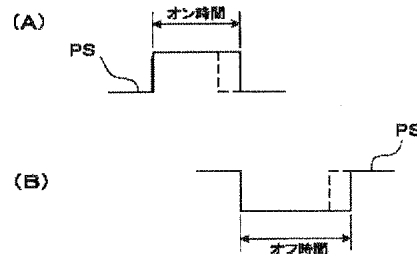
【図8】



【図10】



【図11】



## フロントページの続き

(72)発明者 湯浅 康弘  
東京都府中市是政5丁目19番1号、2-721

(72)発明者 田中 秀一  
神奈川県相模原市東橋本2丁目25番6号、  
アルカンシェル橋本205号

(72)発明者 村岡 茂  
京都府亀岡市大井町北金岐柿木原35番地  
イトン機器株式会社内

(72)発明者 田中 正邦  
京都府亀岡市大井町北金岐柿木原35番地  
イトン機器株式会社内

F ターム(参考) 3D032 CC01 DA02 DA03 DA04 DC03  
DC09 DC10 DC29 DD06 DD15  
EA01 EB04 EC04 EC08 GG06  
3D033 DB05 EB07 EB10